



Betriebsanleitung

optoNCDT 1402

ILD1402-5
ILD1402-10
ILD1402-20
ILD1402-50
ILD1402-100
ILD1402-200
ILD1402-250VT
ILD1402-400
ILD1402-600
ILD1402-5SC
ILD1402-10SC
ILD1402-20SC
ILD1402-50SC
ILD1402-100SC
ILD1402-200SC
ILD1402-250SC
ILD1402-600SC

Intelligente laseroptische Wegmessung

MICRO-EPSILON
MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Strasse 15

94496 Ortenburg / Deutschland

Tel. +49 (0) 8542 / 168-0
Fax +49 (0) 8542 / 168-90
e-mail info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

CE

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001: 2008
Software-V1.003

Inhalt

1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet.

⚠ VORSICHT	Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.
HINWEIS	Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.
➡	Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.
i	Zeigt einen Anwendertipp an.

1.2 Warnhinweise



Schließen Sie die Spannungsversorgung und das Anzeige-/Ausgabegerät nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.
> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

HINWEIS

Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Vermeiden Sie die dauernde Einwirkung von Spritzwasser auf den Sensor.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Auf den Sensor dürfen keine aggressiven Medien (Waschmittel, Kühlemulsionen) einwirken.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für das optoNCDT1402 gilt: EMV Richtlinie 2004/108/EG
Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der EMV Richtlinie 2004/108/EG „Elektromagnetische Verträglichkeit“. Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

MICRO-EPSILON Messtechnik GmbH & Co. KG
Königbacher Straße 15
94496 Ortenburg / Deutschland

Der Sensor ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich und erfüllt die Anforderungen gemäß den Normen

- EN 61 326-1: 2006-10
- DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B)
- EN 61000-6-2: 2006-03

Der Sensor erfüllt die Anforderungen, wenn bei Installation und Betrieb die in der Betriebsanleitung beschriebenen Richtlinien eingehalten werden.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das optoNCDT1402 ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur
  - Weg-, Abstands-, Positions- und Dickenmessung
  - Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung
- Der Sensor darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe Kap. 3.3, siehe Kap. 3.4.
- Der Sensor ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden.
- Bei sicherheitsbezogenener Anwendung sind zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung zu treffen.

1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

- Schutzart: IP 67 (IP 69K [1] bei ILD1402SC)
- Die Schutzart gilt nicht für optische Oberflächen, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.
- Betriebstemperatur: 0 ... 50 °C
- Lagertemperatur: -20 ... 70 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
- EMV: Gemäß EN 61 326-1: 2006-10
  DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B)
  EN 61000-6-2: 2006-03

i Die Schutzart ist beschränkt auf Wasser (keine Bohremulsionen, Waschmittel oder ähnliche aggressive Medien)!

1) Temperatur des Reinigungsmittels kurzzeitig 80 °C

2. Laserklasse

⚠ VORSICHT

Schauen Sie nicht absichtlich in den Laserstrahl! Schließen Sie bewusst die Augen oder wenden Sie sich sofort ab, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

Das optoNCDT1402 arbeitet mit einem Halbleiterlaser der Wellenlänge 670 nm (sichtbar/rot).
Der Laser arbeitet im Dauerstrichbetrieb. Die maximale optische Ausgangsleistung ist ≤ 1 mW. Die Sensoren sind in die Laserklasse 2 eingeordnet.
Beim Betrieb der Sensoren sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN 60825-1 (VDE 0837, Teil 1 von 2008-05) und die in Deutschland gültige Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ (BGV B2) zu beachten.
Danach gilt:

- Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. Einwirkungsdauer bis 0,25 s, nicht gefährdet.
- Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen Sie deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen einsetzen, wenn Sie nicht absichtlich länger als 0,25 s in den Laserstrahl oder in spiegelnd reflektierte Strahlung hineinschauen.
- Da vom Vorhandensein des Lidschlussreflexes in der Regel nicht ausgegangen werden darf, sollte man bewusst die Augen schließen oder sich sofort abwenden, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

Laser der Klasse 2 sind nicht anzeigepflichtig und ein Laserschutzbeauftragter ist nicht erforderlich.

Beachten Sie die Laserschutzvorschriften.

Am Sensorgehäuse ist folgendes Hinweisschild angebracht:

LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN
LASER KLASSE 2
nach DIN EN 60825-1: 2008-05
P≤1mW; λ=670 nm

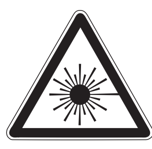


Abb. 1 Laserwarnschild, deutsch

Das Laserschild für Deutschland ist bereits aufgedruckt (s.o.), die Hinweisschilder für andere nicht deutschsprachige Länder sind beigelegt und vom Anwender für die jeweils gültige Region vor der ersten Inbetriebnahme anzubringen.

Wenn das Hinweisschild im angebauten Zustand verdeckt ist, muss der Anwender selbst für ein zusätzliches Hinweisschild an der Anbaustelle sorgen.

Der Betrieb des Lasers wird optisch durch die LED am Sensor angezeigt.
Das Gehäuse des optoNCDT1402 darf nur vom Hersteller geöffnet werden, siehe Kap. 14.. Für Reparatur und Service sind die Sensoren in jedem Fall an den Hersteller zu senden.

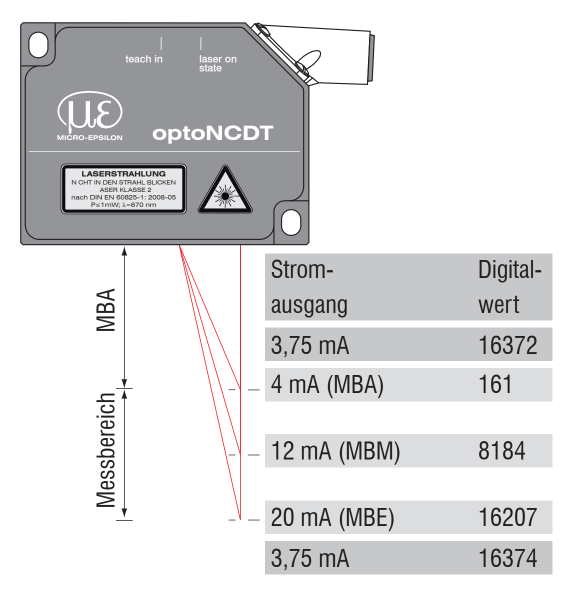
Schauen Sie nicht absichtlich in den Laserstrahl! Schließen Sie bewusst die Augen oder wenden Sie sich sofort ab, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

3. Funktionsprinzip, Technische Daten

3.1 Funktionsprinzip

Der Sensor Typ ILD1402 arbeitet nach dem Prinzip der optischen Triangulation, d. h. ein sichtbarer Lichtpunkt wird auf die Oberfläche des Messobjektes projiziert.
Der diffuse Anteil der Reflexion dieses Lichtpunktes wird von einer Empfängeroptik, die in einem bestimmten Winkel zur optischen Achse des Laserstrahls angeordnet ist, abstandsabhängig auf einem ortsauflösenden Element (CCD-Zeile) abgebildet.
Der interne Controller bildet aus dem Zeilensignal den Messwert. Durch eine interne Regelung ist der Sensor in der Lage, gegen unterschiedliche Oberflächen zu messen.
Die Leuchtdiode am Sensor signalisiert:

- Messobjekt im Messbereich
- Messobjekt außerhalb des Messbereichs, zu niedrige Reflexion
- Messbereichsmitte



Strom-ausgang	Digital-wert
3,75 mA	16372
4 mA (MBA)	161
12 mA (MBM)	8184
20 mA (MBE)	16207
3,75 mA	16374

Abb. 2 Begriffsdefinition, Ausgangssignal

MBA = Messbereichsanfang | MBM = Messbereichsmitte | MBE = Messbereichsende

3.2 Funktionen

3.2.1 Messbereichsanpassung

Der analoge Messbereich lässt sich mit Hilfe der „Teach“-Funktion, siehe Kap. 6.2, beschränken. Damit wird nur ein Teil des Messbereiches über den gesamten Ausgangsstrombereich gespreizt, wodurch die Auflösung analoger Auswerteeinrichtungen (Anzeigen, SPS) besser ausgenutzt werden kann.

3.2.2 Belichtungssteuerung

Für dunkle oder glänzende Messobjekte kann eine längere Belichtungszeit erforderlich sein. Die Regelung kann jedoch nicht länger belichten als die Messrate erlaubt. Eine längere Belichtungszeit erzielen Sie durch ein Herabsetzen der Messrate des Sensors per Befehl, siehe Kap. 6.4.

3.2.3 Reflexunterdrückung

Besonders bei der Messung an spiegelnden durchscheinenden Oberflächen, wie Glasscheiben oder Kunststoffschichten, kann eine störende Reflexion von der Vorder- oder Rückseite per Befehl unterdrückt werden, siehe Kap. 8.4.17.

3.2.4 Triggerung, zeitgesteuerte Messwertausgabe

Die Ausgabe einzelner Messwerte kann über den Triggereingang gesteuert werden. Außerdem können Sie Messwerte in einem programmierbaren Zeitraster ausgeben lassen, siehe Kap. 8.4.12.

3.2.5 Fehlerüberbrückung

Der Sensor kann bis zu 99 aufeinander folgende Fehler durch den letzten gültigen Wert ersetzen bzw. halten. Außerdem können auch alle Fehlerwerte am Analogausgang durch den letzten gültigen Wert ersetzt werden. Details über das Verhalten des Analogausgangs, siehe Kap. 8.4.13.

3.2.6 Mittelung

Der Sensor ermöglicht eine Mittelung der Messwerte mit Median oder gleitender Mittelung, bevor sie ausgegeben werden. Damit ist jedoch keine Reduzierung der Mess- oder Ausgaberate verbunden.

3.2.7 Sensoremulation (Kompatibilität)

Für einen Austausch oder eine Nachrüstung kann der Sensor ILD1402 auch in der Konfiguration des Vorläufertyps ILD1401 betrieben werden. Dabei verringert sich die Datenwortbreite von 14 auf 12 Bit und es sind nur die Funktionen des ILD1401 nutzbar.

3.2.8 Befehlskompatibilität

Der Sensor ILD1402 verwendet für gleiche Funktionen (Stop, Info, etc.) die gleichen Befehle wie der Typ ILD1700. Damit sind vorhandene Steuerprogramme des ILD1700 leicht anzupassen.
Weitere Informationen dazu, siehe Kap. 8.4.4.

3.2.9 Videosignal

Der Sensor kann unterschiedliche Peaks im Zeilensignal zur Abstandsmessung verwenden. Diese Funktion ist hilfreich, wenn der Sensor gegen Glas oder transparente Messobjekte misst, siehe Kap. 8.4.17.

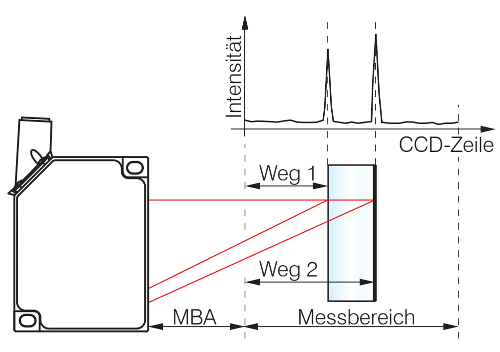
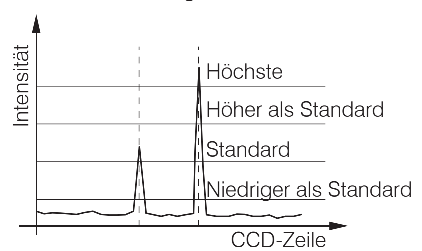


Abb. 3 Videosignal

3.2.10 Programmierbare Suchschwelle Videosignal

Der Sensor kann unterschiedliche Suchschwellen, um einen gültigen Peak im Zeilensignal zu erkennen, zur Abstandsmessung verwenden.



Parameter, siehe Kap. 8.4.18

- niedriger als Standard
- Standard
- höher als Standard
- höchste

i Wenn Sie die Suchschwelle aus der Werkseinstellung in eine andere Suchschwelle ändern, führt dies zu einer verminderten Linearität und Auflösung des Sensors.

3.3 Technische Daten ILD 1402-x

Modell	**ILD**	**1402-5**	**1402-10**	**1402-20**	**1402-50**	**1402-100**	**1402-200**	**1402-250VT**	**1402-400**	**1402-600**
Messbereich	mm	5	10	20	50	100	200	250	400	600
Messbereichsanfang	mm	20	20	30	45	50	60	100	200	200
Messbereichsmitte	mm	22,5	25	40	70	100	160	225	400	500
Messbereichsende	mm	25	30	50	95	150	260	350	600	800
Linearität	µm	5 ... 9	5 ... 18	7 ... 36	12 ... 90	20 ... 180	40 ... 360	50 ... 1200	120 ... 2000	120 ... 3000
		≤ 0,18 % d.M.						≤ 0,5 % d.M.		
Auflösung	gemittelt über 64 Werte, µm	0,6	1	2	5	10	13	32	80	80
	dynamisch, µm 1,5 kHz	1 ... 3	2 ... 5	5 ... 10	6 ... 25	12 ... 50	13 ... 100	32 ... 300	80 ... 480	80 ... 600
		0,02 ... 0,05 % d.M.						0,02 ... 0,12 % d.M.		
	digital	14 Bit								
Messrate, programmierbar		1,5 kHz; 1 kHz; 750 Hz; 375 Hz; 50 Hz								
Lichtquelle		Halbleiterlaser 1 mW, 670 nm (rot)								
Laserschutzklasse		Klasse 2 nach DIN EN 60825-1: 2008-05								
Lichtfleck-durchmesser	MBA, µm	110	110	210	1100	1400	2300	5000	2,6 x 5 mm	2,6 x 5 mm
	MBM, µm	380	650	530	110	130	2200	5000	2,6 x 5 mm	2,6 x 5 mm
	MBE, µm	650	1200	830	1100	1400	2100	5000	2,6 x 5 mm	2,6 x 5 mm
Schutzgrad		IP 67								
Vibration		15 g / 10 Hz ... 1 kHz						20 g / 10 Hz ... 1 kHz	15 g/ 10 Hz ... 1 kHz	
Schock		15 g / 6 ms (DIN EN 60068-2-29)								
Gewicht (ohne Kabel)		ca. 83 g						ca. 130 g		
Temperaturstabilität		0,03 % d.M./°C				0,08 % d.M./°C				
Betriebstemperatur		0 ... 50 °C								
Lagertemperatur		-20 °C ... 70 °C								

Modell	**ILD**	**1402-5**	**1402-10**	**1402-20**	**1402-50**	**1402-100**	**1402-200**	**1402-250VT**	**1402-400**	**1402-600**
Messwertausgang	analog	4 ... 20 mA 12 Bit (1 ... 5 V mit Kabel PC 1402-3/U) oder								
	digital	RS422								
Versorgung		11 ... 30 VDC, typ. 24 VDC / 50 mA								
Elektronik		integrierter Signalprozessor								
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		EN 61 326-1: 2006-10 DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B) EN 61000-6-2: 2006-03								

Die angegebenen Daten gelten für eine weiße, diffus reflektierende Oberfläche (Referenz: Keramik).

d.M. = des Messbereichs

MBA = Messbereichsanfang MBM = Messbereichsmitte MBE = Messbereichsende

LD1402-VT: 20 g, besonders schock- und schwingungsfeste Ausführung für den Einsatz an Kraftfahrzeugen

3.4 Technische Daten ILD 1402-xSC

Modell	**ILD**	**1402-5SC**	**1402-10SC**	**1402-20SC**	**1402-50SC**	**1402-100SC**	**1402-200SC**	**1402-250SC**	**1402-600SC**
Messbereich	mm	5	10	20	50	100	200	250	600
Messbereichsanfang	mm	20	20	30	45	50	60	100	200
Messbereichsmitte	mm	22,5	25	40	70	100	160	225	500
Messbereichsende	mm	25	30	50	95	150	260	350	800
Linearität	μm	5 ... 9	5 ... 18	7 ... 36	12 ... 90	20 ... 180	40 ... 360	50 ... 1200	120 ... 3000
	% d.M.	≤ 0,18						≤ 0,5	
Auflösung [1]	gemittelt über 64 Werte	0,6 μm	1 μm	2 μm	5 μm	10 μm	13 μm	32 μm	80 μm
		0,01% d.M.							
	dynamisch bei 1,5 kHz	1 ... 3 μm	2 ... 5 μm	5 ... 10 μm	6 ... 25 μm	12 ... 50 μm	13 ... 100 μm	32 ... 300 μm	80 ... 600 μm
		0,02 ... 0,05 % d.M.						0,02 ... 0,12 % d.M	
Messrate, programmierbar		1,5 kHz; 1 kHz; 750 Hz; 375 Hz; 50 Hz							
Belichtungszeit, programmierbar		0,6 ms; 1 ms; 1,3 ms; 2,6 ms; 20 ms							
Lichtquelle		Halbleiterlaser <1 mW, 670 nm (rot)							
Laserschutzklasse		Klasse 2 nach DIN EN 60825-1: 2008-05							
Lichtfleck-durchmesser	MBA, μm	110	110	210	1100	1400	2300	5000	2,6 x 5 mm
	MBM, μm	380	650	530	110	130	2200	5000	2,6 x 5 mm
	MBE, μm	650	1200	830	1100	1400	2100	5000	2,6 x 5 mm
Schutzgrad		IP 69 K							
Vibration		15 g / 10 Hz … 1 kHz						20 g / 10 Hz ... 1 kHz	
Schock		15 g / 6 ms (DIN EN 60068-2-29)							
Gewicht (ohne Kabel)		ca. 173 g						180 g	
Temperaturstabilität	d.M./°C	0,03 %				0,08 %			

Modell	ILD	1402-5SC	1402-10SC	1402-20SC	1402-50SC	1402-100SC	1402-200SC	1402-250SC	1402-600SC
Betriebstemperatur		0 … +50 °C							
Lagertemperatur		-20 ... +70 °C							
Messwertausgang	analog	4 ... 20 mA (1...5 V mit Kabel PC 1402-3/U); frei skalierbar innerhalb des Messbereiches							
	digital	RS422 / 14 bit							
Steuerungs-Ein- / Ausgänge		1x open collector Ausgang (Schaltausgang, Schalter, Fehler); 1x Eingang (Trigger)							
Versorgung		11 ... 30 VDC, 24 VDC / 50 mA							
Elektronik		integrierter Signalprozessor							
Software		Konfigurations- und Datenerfassungssoftware (im Lieferumfang enthalten)							
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		EN 61 326-1: 2006-10 DIN EN 55011: 2007-11 (Group 1, class B) EN 61000-6-2: 2006-03							

d. M. = des Messbereichs   Alle Angaben gelten für weiße, diffus reflektierende Oberflächen (Referenz: Keramik)
1) Auflösung des Digitalausgangs 14 bit
MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmitte; MBE = Messbereichsende

3.5 Bedien- und Anzeigeelemente ILD 1402-x

LED State	Farbe
Messobjekt im Messbereich	grün
Messobjekt in Messbereichsmitte	gelb
Fehler – z. B. Messobjekt außerhalb des Messbereichs, zu niedrige Reflexion	rot
Laser abgeschaltet	aus

Select-Taste LED “state“

Die Folientaste „select“ ist für die Skalierung des Sensors bestimmt [1]. In den Werkseinstellungen ist die Taste nur 5 Minuten nach dem Einschalten der Betriebsspannung aktiv. Danach wird sie automatisch gesperrt. Mit einem Softwarebefehl kann die automatische Sperrung der Taste aufgehoben werden. Mit der Select-Taste spreizen Sie den Analogausgang auf einen Teil des Messbereichs.

1) Der Sensor ILD 1402-xSC ist ohne Folientaste ausgestattet. Die Skalierung des Sensormessbereiches erfolgt ausschließlich per Softwarebefehl über die RS422-Schnittstelle.

4. Lieferung

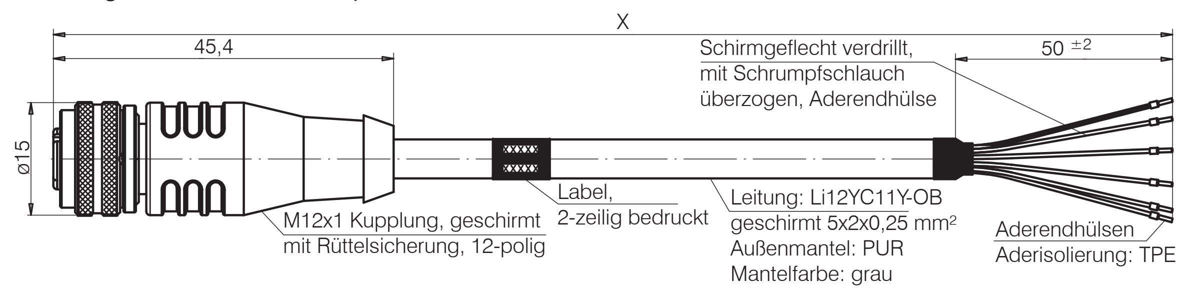
4.1 Lieferumfang

1 Sensor optoNCDT1402
1 Montageanleitung
5 abdichtende Schrauben für Steckerabgang
1 CD mit Treiber und Demoprogramm

Optionales Zubehör, separat verpackt:

- Sensorkabel PC1402-x/I; Schnittstellen-/Versorgungskabel für Stromausgang, schleppkettentauglich, einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen
- Sensorkabel PC1402-x/U; Schnittstellen-/Versorgungskabel für Spannungsausgang (Bürde 250 Ohm für U_{Aus} = 1 … 5 V), schleppkettentauglich, einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen

Alle verfügbaren Kabel, siehe Kap. 17..



Prüfen Sie die Lieferung nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden. Bei Schäden oder Unvollständigkeit wenden Sie sich bitte sofort an den Lieferanten.

4.2 Lagerung

Lagertemperatur: -20 bis +70 °C Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)

5. Installation und Montage

Der Sensor optoNCDT1402 ist ein optisches System, mit dem im µm-Bereich gemessen wird.

i Achten Sie deshalb bei der Montage und im Betrieb auf sorgsame Behandlung.

5.1 Sensormontage ILD 1402-x

- Montieren Sie den Sensor mit 2 Schrauben M4.
- Montieren Sie den Sensor so, dass der Laserstrahl senkrecht auf die Messobjektoberfläche trifft. Andernfalls sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen, siehe Kap. 9.

Minimale Biegeradien PC1402-x

- feste Verlegung: 39 mm
- flexibler Einsatz: 78 mm
- Kabel-ø PC 1402-x: 8 mm

Drehen des Steckerabgangs:

- Lösen Sie die 4 Schrauben M2 und drehen Sie den Stecker.
- Befestigen Sie den Stecker mit neuen, selbstabdichtenden Schrauben M2. Die Dichtigkeit (IP 67) ist nach 12 h Wartezeit erreicht.

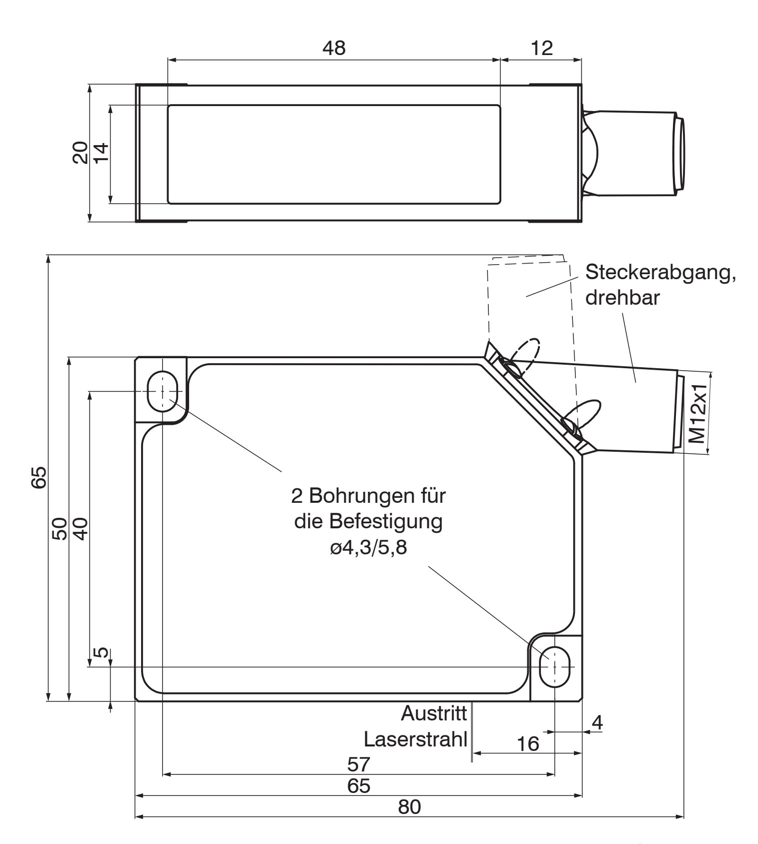


Abb. 4 Maßzeichnung ILD1402, Maße in mm, nicht maßstabsgetreu

5.2 Sensormontage ILD 1402-xSC

➡ Montieren Sie den Sensor mit 2 Schrauben M4.

➡ Montieren Sie den Sensor so, dass der Laserstrahl senkrecht auf die Messobjektoberfläche trifft. Andernfalls sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen, siehe Kap. 9.

Minimale Biegeradien PC1402-xSC

- feste Verlegung: 39 mm
- flexibler Einsatz: 78 mm

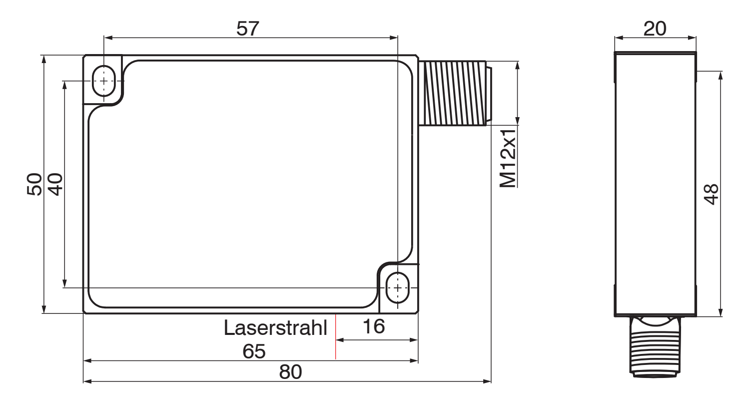


Abb. 5 Maßzeichnung ILD1402-xSC, Maße in mm, nicht maßstabsgetreu

5.3 Anschlussbelegung, ILD 1402-x

Pin	Erläuterung		Adernfarbe PC1402-x/I	Bemerkung, Beschaltung
3	RS422 Rx+	Serieller Eingang	grün	Intern mit 120 Ohm abgeschlossen
4	RS422 Rx-		gelb	
5	RS422 Tx+	Serieller Ausgang	grau	Am Empfänger mit 120 Ohm abschließen
6	RS422 Tx-		rosa	
7	$+U_B$		rot	11 ... 30 VDC, typ. 24 VDC / 50 mA
8	Laser off	Schalteingang	schwarz	Laser aktiv, wenn Pin 8 mit GND verbunden ist
9	Teach in		violett	Mind. 30 ms mit GND verbinden
10	Fehler	Schaltausgang	braun	Open-Collector (NPN), I_{max} = 100 mA, U_{max} = 30 VDC, kurzschlussfest, Unterbrechen der Versorgungsspannung setzt den Kurzschlussschutz zurück.
11	I_{OUT}	4 ... 20 mA	weiß	$R_{Bürde}$ = 250 Ω ergibt U_{OUT} 1 ... 5 V bei U_B > 11 V $R_{Bürde}$ = 500 Ω ergibt U_{OUT} 2 ... 10 V bei U_B > 17 V
12	GND		blau	Versorgungs- und Signalmasse
1/2	n.c.			

Die Abschirmung des Kabels ist mit dem Steckergehäuse verbunden. Das Schnittstellen-/Versorgungskabel PC1402-x/I ist schleppkettentauglich. Einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen.

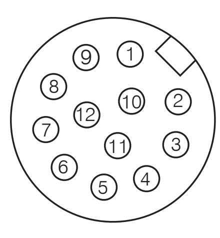


Abb. 6 Stiftseite Sensorstecker

5.3.1 Laserabschaltung

➡ Verbinden Sie Pin 8 mit Pin 12, um den Laser einzuschalten.

Ein Öffnen der Verbindung schaltet den Laser aus, den Fehlerausgang ein und die „State"–LED aus.

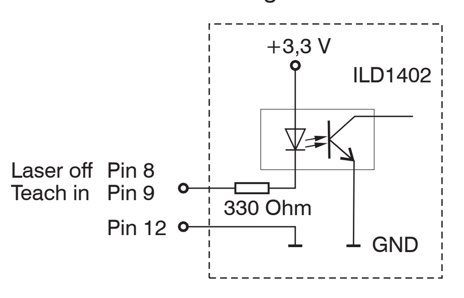


Abb. 7 Schaltung für Laser off, Analogskalierung und Triggereingang

5.3.2 Eingang für Analogskalierung und Triggerung

Ist Pin 9, siehe Abb. 7, in der Sensorkonfiguration, siehe Kap. 8.4.16, als Eingang für die Analogskalierung ausgewählt und wird PIN 9 mit PIN 12 (GND) länger als 2 Sekunden verbunden, wird die Skalierung des Analogausgangs eingeleitet, siehe Kap. 6.2. Die Mindestimpulsdauer beträgt 30 ms, siehe Abb. 14.

Dieser externe Eingang kann auch als Triggereingang für die Messwertausgabe konfiguriert werden. Dann wird nach dem Verbinden von PIN 9 mit PIN 12 eine Messwertausgabe am seriellen oder analogen Ausgang veranlasst. Die maximale Triggerfrequenz beträgt 500 Hz.

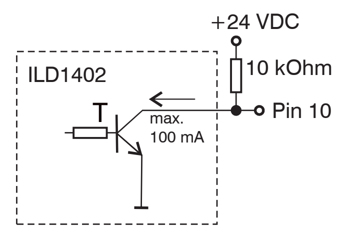
Triggerbedingungen:

Beschaltung	Schalter nach GND, z.B. Relais oder NPN-Transistor

5.3.3 Fehlerausgang ILD1402-x

Die Fehlermeldung wird ausgelöst durch:

- Fehlendes Messobjekt oder Messobjekt außerhalb des Messbereichs
- Zu wenig Reflexion (z.B. transparentes oder spiegelndes Messobjekt) oder Laser aus



$U_{CE\ max.}$ = 30 VDC
Kein Fehler: T gesperrt
Fehler: T leitend
Der Fehlerausgang ist Low-aktiv und kurzschlussfest.

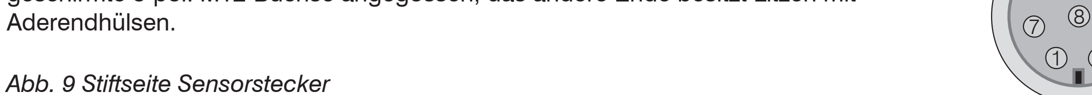
Abb. 8 Externe Beschaltung für den Fehlerausgang

i In Verbindung mit einer benutzerdefinierten Ausgangskennlinie, siehe Kap. 6.2, können Sie den hysteresefreien Fehlerausgang als schiebbaren Grenzwertschalter verwenden.

5.4 Anschlussbelegung ILD 1402-xSC

Pin	Erläuterung		Adernfarbe PC1402SC-x/I PC1402SC/90-x/I	Bemerkung, Beschaltung
1	I_{OUT}	4 ... 20 mA	weiß	$R_{Bürde}$ = 250 Ω ergibt U_{OUT} 1 ... 5 V bei U_B > 11 V $R_{Bürde}$ = 500 Ω ergibt U_{OUT} 2 ... 10 V bei U_B > 17 V
2	Fehler	Schaltausgang	braun	Open-Collector (NPN), I_{max} = 100 mA, U_{max} = 30 VDC, kurzschlussfest, Unterbrechen der Versorgungsspannung setzt den Kurzschlussschutz zurück.
3	RS422 Rx+	Serieller Eingang	grün	Intern mit 120 Ohm abgeschlossen
4	RS422 Rx-		gelb	
5	RS422 Tx+	Serieller Ausgang	grau	Am Empfänger mit 120 Ohm abschließen
6	RS422 Tx-		rosa	
7	GND		blau	Versorgungs- und Signalmasse
8	$+U_B$		rot	11 ... 30 VDC, typ. 24 VDC / 50 mA
-	Schirmgeflecht		schwarz	---

Der Laser ist im Sensor aktiv, wenn die Versorgungsspannung am Sensor anliegt.



Die Abschirmung des Kabels ist mit dem Steckergehäuse verbunden. Das Schnittstellen-/Versorgungskabel PC1402-xSC/I ist schleppkettentauglich. Einseitig ist eine geschirmte 8-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen.

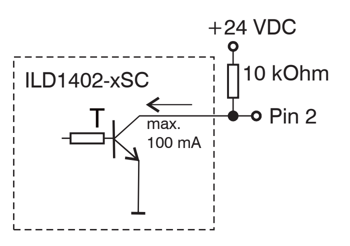


Abb. 9 Stiftseite Sensorstecker

Fehlerausgang ILD1402-xSC

Die Fehlermeldung wird ausgelöst durch:

- Fehlendes Messobjekt oder Messobjekt außerhalb des Messbereichs
- Zu wenig Reflexion (z.B. transparentes oder spiegelndes Messobjekt) oder Laser aus



$U_{CE\ max.}$ = 30 VDC
Kein Fehler: T gesperrt
Fehler: T leitend
Der Fehlerausgang ist Low-aktiv und kurzschlussfest.

Abb. 10 Externe Beschaltung für den Fehlerausgang

i In Verbindung mit einer benutzerdefinierten Ausgangskennlinie, siehe Kap. 6.2, können Sie den hysteresefreien Fehlerausgang als schiebbaren Grenzwertschalter verwenden.

5.5 Pin-Belegung für RS422-Verbindung

Für die Verbindung zwischen Sensor und PC müssen die Leitungen gekreuzt werden.

Sensor	Endgerät (USB-Konverter)	Adernfarbe PC1402-x/I
Tx+ (Pin 5)	Rx+ (Pin 3)	grau
Tx - (Pin 6)	Rx - (Pin 4)	rosa
Rx+ (Pin 3)	Tx+ (Pin 2)	grün
Rx - (Pin 4)	Tx - (Pin 1)	gelb
GND (Pin 12, 7 [1])	GND (Pin 5)	blau

i Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

1) Für den Sensor ILD1402-xSC

6. Betrieb

6.1 Herstellung der Betriebsbereitschaft

➡ Montieren Sie das optoNCDT1402 entsprechend den Montagevorschriften, siehe Kap. 5.1 und verbinden Sie es unter Beachtung der Anschlusshinweise, siehe Kap. 5.3, mit der Anzeige- oder Überwachungseinheit und der Stromversorgung.

Die Laserdiode im Sensor ILD 1402-x wird nur aktiviert, wenn

- der Eingang Laser on/off (Pin 9) beziehungsweise
- die schwarze Ader des Schnittstellen-/Versorgungskabels PC1402

mit GND verbunden ist.
Die Laserdiode im Sensor ILD 1402-xSC wird mit Anlegen der Betriebsspannung automatisch aktiviert.
Nach dem Einschalten der Betriebsspannung durchläuft der Sensor eine Initialisierungssequenz. Nach außen signalisiert der Sensor ILD 1402-x dies durch ein Blinken der „State“-LED. Nach Ablauf der Initialisierung sendet der Sensor einmal die Infodatei im ASCII-Format über die serielle Schnittstelle, unabhängig von der ausgewählten Schnittstelle. Die Initialisierung einschließlich der Ausgabe der Infodatei dauert maximal 5 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden keine Kommandos ausgeführt oder beantwortet.
Der Sensor benötigt für reproduzierbare Messungen eine Einlaufzeit von typisch 15 min.
Anschließend befindet sich der Sensor im Messmodus und entsprechend den Werkseinstellungen leuchtet die „State“-LED beim Sensor ILD 1402-x.

Ist die LED „state“ beim Sensor ILD 1402-x aus, dann

- fehlt entweder die Betriebsspannung oder
- der Laser wurde abgeschaltet.

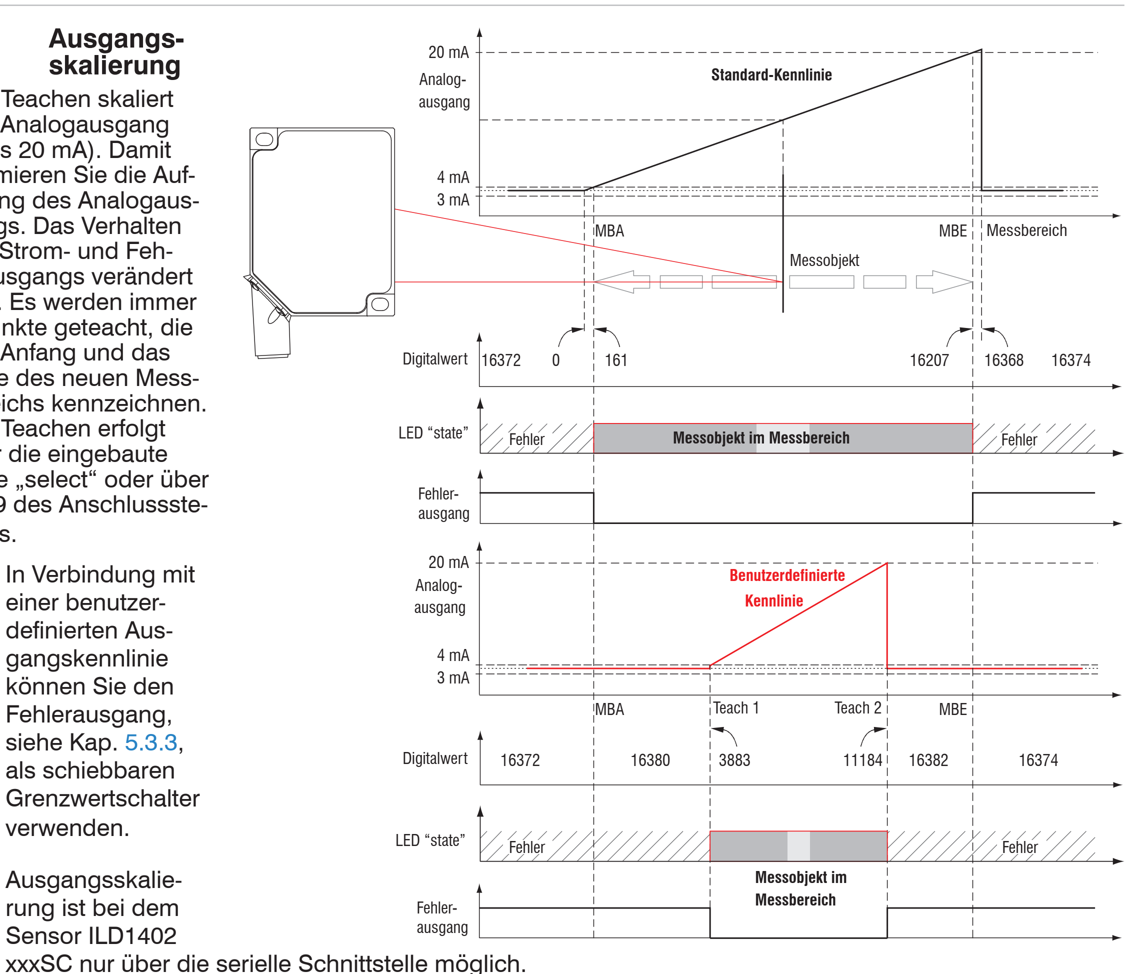
Betriebsspannung

- Nennwert: 24 VDC (11 ... 30 V, max. 50 mA).
- Netzteil nur für Messgeräte verwenden, nicht gleichzeitig für Antriebe oder ähnliche Impulsstörquellen.

➡ Schalten Sie das Netzteil erst nach Fertigstellung der Verdrahtung ein.

6.2 Ausgangsskalierung

Das Teachen skaliert den Analogausgang (4 bis 20 mA). Damit optimieren Sie die Auflösung des Analogausgangs. Das Verhalten des Strom- und Fehlerausgangs verändert sich. Es werden immer 2 Punkte geteacht, die den Anfang und das Ende des neuen Messbereichs kennzeichnen. Das Teachen erfolgt über die eingebaute Taste „select" oder über Pin 9 des Anschlusssteckers.



i In Verbindung mit einer benutzerdefinierten Ausgangskennlinie können Sie den Fehlerausgang, siehe Kap. 5.3.3, als schiebbaren Grenzwertschalter verwenden.

i Ausgangsskalierung ist bei dem Sensor ILD1402 xxxSC nur über die serielle Schnittstelle möglich.

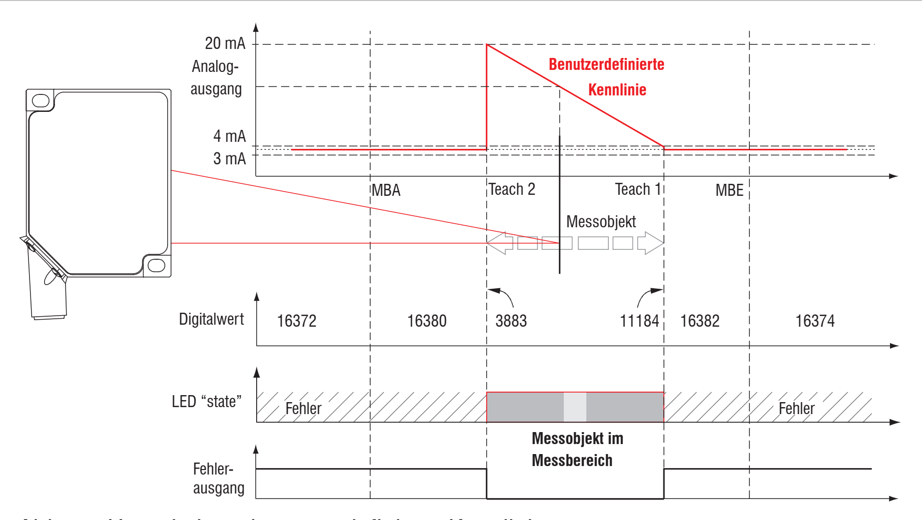


Abb. 11 Umgekehrte, benutzerdefinierte Kennlinie

Der Mindestabstand der Teach-Werte 1/2 zueinander beträgt 10 % des Messbereichs.

Der Teachvorgang setzt ein gültiges Messsignal voraus. Bei „kein Objekt", „Objekt nicht auswertbar", „zu nah am Sensor - ausserhalb MBA" oder „zu weit vom Sensor - ausserhalb MBE" wird der Teachvorgang abgebrochen.

6.2.1 Ausgangsskalierung mit der Taste „Select“

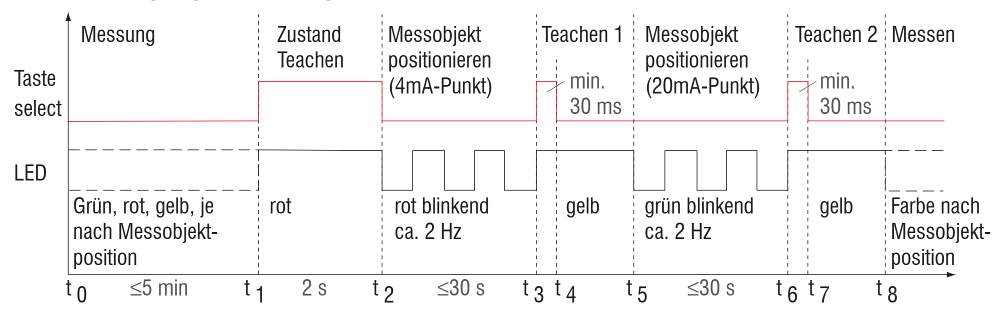


Abb. 12 Ablaufdiagramm für die Ausgangsskalierung

Die Skalierung ist auch über das Softwaretool möglich.

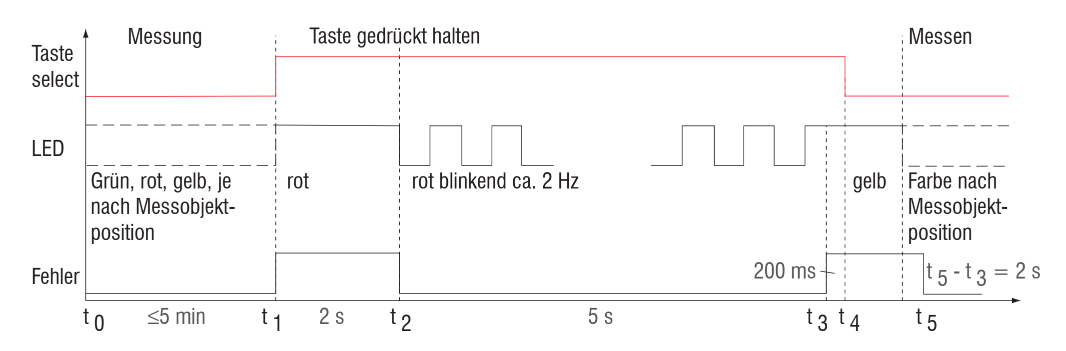


Abb. 13 Ablaufdiagramm für die Rücknahme der Ausgangsskalierung

Die Ausgangsskalierung ist beim ILD1402SC nur über die serielle Schnittstelle möglich.

6.2.2 Ausgangsskalierung über Hardwareeingang, “Teach in“

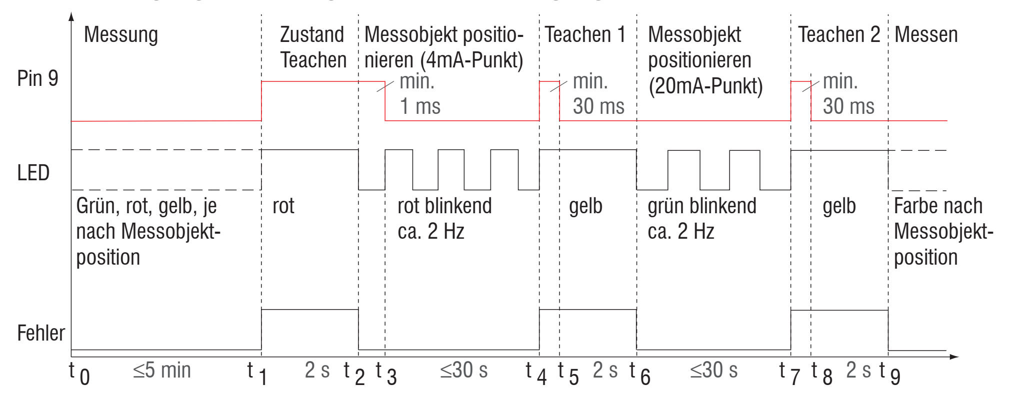


Abb. 14 Ablaufdiagramm für die Ausgangsskalierung

Die Skalierung ist auch über das Softwaretool möglich.

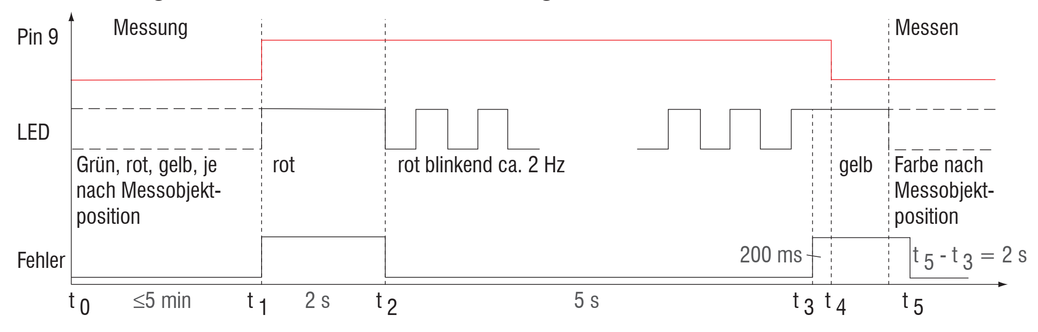


Abb. 15 Ablaufdiagramm für die Rücknahme der Ausgangsskalierung

Die Ausgangsskalierung ist beim ILD1402SC nur über die serielle Schnittstelle möglich.

6.3 Mittelung

Das optoNCDT1402 wird ab Werk mit der Voreinstellung „gleitende Mittelung, Mittelungszahl N = 1“, d.h. ohne Mittelwertbildung, ausgeliefert.
Im Sensor sind die Mittelungsarten
- Gleitender Mittelwert und
- Median implementiert.

Durch die Mittelwertbildung wird
- die Auflösung verbessert,
- das Ausblenden einzelner Störstellen ermöglicht oder
- das Messergebnis „geglättet“.

Das Linearitätsverhalten wird mit einer Mittelung nicht beeinflusst. Eine Kombination beider Mittelungsarten ist nicht möglich. Die Mittelung wird für statische Messungen oder sich langsam ändernde Messwerte empfohlen.

6.3.1 Mittelungszahl N ändern

In jedem Messzyklus (bei einer Messrate von 1,5 kHz alle 0,66 ms) wird der interne Mittelwert neu berechnet. Die Mittelungszahl N gibt an, über wie viele fortlaufende Messwerte im Sensor gemittelt werden soll.
Die Mittelung hat keinen Einfluss auf die Messrate bzw. Datenrate bei digitaler Messwertausgabe.

6.3.2 Gleitender Mittelwert (Standardeinstellung)

Über die wählbare Anzahl N aufeinanderfolgender Messwerte (Fensterbreite) wird der gleitende Mittelwert M_{gl} nach folgender Formel gebildet und ausgegeben:

$$M_{gl} = \frac{\sum_{k=1}^{N} MW(k)}{N}$$

MW = Messwert,
N = Mittelungszahl,
k = Laufindex (im Fenster)
M_{gl} = Mittelwert bzw. Ausgabewert

Verfahren:
Jeder neue Messwert wird hinzugenommen, der erste (älteste) Messwert aus der Mittelung (aus dem Fenster) wieder herausgenommen. Dadurch werden kurze Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen erzielt.
Beispiel: N = 4

... 0, 1, 2, 2, 1, 3 ... 1, 2, 2, 1, 3, 4 Messwerte

$$\frac{2, 2, 1, 3}{4} = M_{gl}\,(n) \qquad \frac{2, 1, 3, 4}{4} = M_{gl}\,(n+1)$$

Ausgabewert

i Der gleitende Mittelwert kann im optoNCDT1402 über maximal 128 Werte gebildet werden.

6.3.3 Median

Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet. Dazu werden die einlaufenden Messwerte (3, 5, 7 oder 9 Messwerte) nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben. Bei der Bildung des Medians im Controller werden 3, 5, 7 oder 9 Messwerte berücksichtigt, d.h. es gibt keinen Median 1. Damit lassen sich einzelne Störimpulse unterdrücken. Die Glättung der Messwertkurven ist jedoch nicht sehr stark.

Beispiel: Mittelwert aus fünf Messwerten

... 0 1 2 4 5 1 3 → Messwerte sortiert: 1 2 [3] 4 5 Median $_{(n)}$ = 3

... 1 2 4 5 1 3 5 → Messwerte sortiert: 1 3 [4] 5 5 Median $_{(n+1)}$ = 4

6.4 Messrate und Ausgaberate

Die Messrate definiert, wie viele Messungen pro Sekunde vom Sensor ausgeführt werden sollen. Die Messrate kann 1,5 kHz, 1,0 kHz, 750 Hz, 375 Hz oder 50 Hz betragen. Details für das Ändern der Messrate, siehe Kap. 8.4.15.
Die Ausgaberate gibt die tatsächliche Anzahl an Messwerten am Sensorausgang je Sekunde wieder. Sie kann maximal so groß wie die Messrate sein.

Empfehlung:
- Verwenden Sie eine hohe Messrate bei hellen und matten Messobjekten.
- Verwenden Sie eine niedrige Messrate bei dunklen oder glänzenden Messobjekten (z. B. schwarz lackierte Flächen), um das Messergebnis zu verbessern.

Ausgang	Maximale Ausgaberate
Strom	Messrate
RS422	Ausgaberate ≤ Messrate; Bestimmt durch Übertragungsrate (Baudrate) und Datenformat (ASCII-Code).

Der Sensor misst intern weiter, wartet aber so lange mit der Ausgabe, bis der letzte Messwert komplett ausgegeben ist. Der nächste Messwert ist der letzte gültige Wert, dazwischen liegende Werte gehen verloren.

Abb. 16 Ausgaberaten für die Ausgangstypen

Berechnung der Ausgaberate unter Verwendung der seriellen Schnittstelle RS422:

Ausgaberate = Messrate / n

n = int (b * 10 * MR / BR) + 1

Verwendete Kurzzeichen:
n = Teilfaktor
int = ganzzahliger Teil von ( )
b = Byte/Messwert (Binärformat b=2, ASCII b=6)
MR = Messrate [Hz]
BR = Baudrate [Baud]

Beispiel:
Messrate = 750 Hz, ASCII-Format (b=6), Baudrate = 115200 Baud
--> n = int (0,39) + 1 = 1
--> Ausgaberate = 750 Hz / 1 = 750 Hz.

6.5 Zeitverhalten

Der Sensor benötigt zum Messen und Verarbeiten mehrere Zyklen:
1. Belichten: Sammeln des ankommenden Lichtes im Empfänger (Messen).
2. Einlesen: Umwandlung und Speicherung der Lichtsignale als digitale Werte.
3. Berechnen (Computing).
4. Controlling.

Die Ausgabe über die analoge und digitale Schnittstelle startet bei Beginn des nächsten Zyklus. Der Analogwert und der Schaltausgang wird dabei sofort aktualisiert oder die digitale Ausgabe beginnt mit dem Startbit.
Die Zykluszeit beträgt 666 µs bei einer Messrate von 1,5 kHz. Je nach Lage des Ereignisses innerhalb der Belichtungszeit, steht der gemessene Wert N nach maximal vier Zyklen am Ausgang bereit. Die Verzögerungszeit zwischen Eingangsreaktion und Ausgangssignal beträgt demnach 2 bis 2,7 ms. Da die Abarbeitung der Zyklen zeitsequentiell und raumparallel (Ebenen, siehe Abb. 17,) erfolgt, liegt aber nach weiteren 666 µs schon der nächste Messwert (N+1) am Ausgang an.

Zyklus		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Zeit	max. 5 s	666 µs	1322 µs	1998 µs	2664 µs	3330 µs	3996 µs	
	Initialisierung einschließlich Ausgabe der Infodatei.	Belichten N	Einlesen N	Berechnen N	Controlling N	Ausgabe N		
			Belichten N+1	Einlesen N+1	Berechnen N+1	Controlling N+1	Ausgabe N+1	
				Belichten N+2	Einlesen N+2	Berechnen N+2	Controlling N+2	...
		Erstes Belichten nach dem Einschalten des Sensors			Belichten N+3	Einlesen N+3	Berechnen N+3	...
						Belichten N+4	Einlesen N+4	...
							...	...

Abb. 17 Zeitverhalten Sensor bei einer Messrate von 1,5 kHz

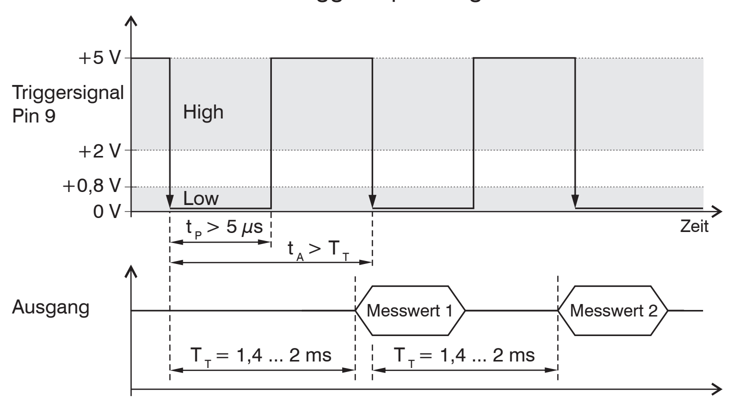
i Der Sensor braucht Zeit bis entsprechend der eingestellten Mittelungszahl N Messwerte im Sensor vorhanden sind.

6.6 Triggerung beim ILD 1402-x

Über den Triggereingang können Sie die Ausgabe einzelner Messwerte steuern. Dafür muss der externe Eingang „Teach in“ als Triggereingang für die Messwertausgabe konfiguriert sein, siehe Kap. 8.4.16. Auch mit der Software „ILD1402 Tool“ („Configuration“ > „General Settings“ > „Digital Input: trigger acquisition“) ist dies möglich.

Eigenschaften:

- Der Sensor misst und berechnet auch, wenn keine Triggerimpulse anliegen.
- Die Datenausgabe wird mit der fallenden (H-L) Flanke des Triggersignals gestartet.
- Nach Ablauf der internen Verzögerung T_T von 1,4 bis 2 ms wird der Messwert ausgegeben.
- Danach kann ein neuer Triggerimpuls folgen.



t_P Impulspause
t_A Impulsabstand
T_T Verzögerung

T_T = 1,4 … 2 ms gilt für eine Messfrequenz von 1,5 kHz und einer Baudrate 115.200 Bd
Maximale Triggerfrequenz: ca. 500 Hz

Abb. 18 Zeitablauf Triggerung

Für jedes Triggersignal erhalten Sie einen digitalen Messwert am Ausgang, siehe Kap. 8.4.10, siehe Kap. 8.4.11 (Datenausgabe). Wenn Sie den Analogausgang verwenden, wird mit jedem Triggersignal der Analogausgang aktualisiert.

i Eine Mittelung der Messwerte hat keine Auswirkung auf die Verzögerungszeit T_T. Bedenken Sie allerdings, dass der Controller für die Mittelung Zeit braucht, bis entsprechend der eingestellten Mittelungszahl N Messwerte im Sensor vorhanden sind.

7. Messwertausgabe

Das optoNCDT1402 gibt die Messwerte wahlweise über den Stromausgang oder die serielle Schnittstelle RS422 aus. Beide Ausgangstypen können nicht gleichzeitig verwendet werden. Bei Verwendung des Kabels PC1402-x/U, beträgt der Spannungsausgang 1 ... 5 V, siehe Kap. 5.3.

7.1 Stromausgang

max. Ausgabebereich	4 mA ... 20 mA
Ausgangshub $\triangle I_{OUT}$	16 mA = 100 % Messbereich
Fehlerwert:	3,75 mA (±10 µA)

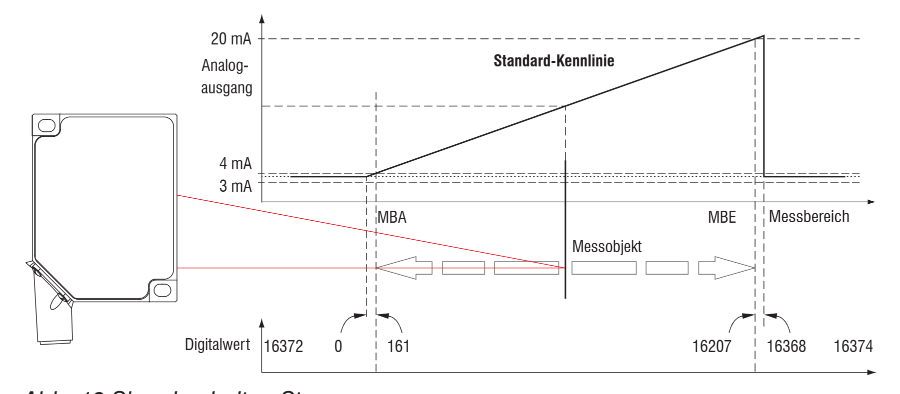


Abb. 19 Signalverhalten Stromausgang

Vorgehensweise, um den Sensor nach einem Kurzschluss am Analogausgang wieder in Betrieb zu setzen:

- Schalten Sie die Versorgungsspannung des Sensors ab.
- Warten Sie ca. 3 s.
- Schalten Sie die Versorgungsspannung des Sensors wieder ein.

Berechnung eines Messwerts x in mm aus analogem Strom

Bezugswert Messbereichsanfang:

$$x\,[mm] = (I_{OUT} - 4\,mA) * \frac{MB\,[mm]}{16\,[mA]}$$

Bezugswert Messbereichsmitte:

$$x\,[mm] = (I_{OUT} - 4\,mA) * \frac{MB\,[mm]}{16\,[mA]} - MB/2$$

Beispiel: Messbereich = 10 mm, I_{OUT} = 12 mA; Ergebnis: x = 5 mm bzw. x = 0 mm

7.2 Digitalausgang

7.2.1 Datenprotokoll ILD1401

Die digitalen Messwerte werden als vorzeichenlose Digitalwerte (Rohwerte) ausgegeben.

Digitalwert	Verwendung
0 ... 39	Reserve Messbereichsanfang
40 ... 4055	Messbereich
4056 ... 4095	Reserve Messbereichsende

Berechnung eines Messwertes in mm aus dem Digitalwert:

Bezugswert Messbereichsanfang:

$$x\ [mm] = (digital_{OUT} * \frac{1,02}{4096} - 0,01) * MB\ [mm]$$

Bezugswert Messbereichsmitte:

$$x\ [mm] = (digital_{OUT} * \frac{1,02}{4096} - 0,51) * MB\ [mm]$$

Beispiel: MB =10 mm, Digitalwert = 2048, Messwert = 5 mm bzw. 0 mm

Anmerkung: Ein Digitalwert kann aus einem Messwert (Millimeter) wie folgt berechnet werden:

$$digital_{OUT} = \left[\frac{x\ [mm]}{MB\ [mm]} + 0,01\right] * \frac{4096}{1,02}$$

7.2.2 Datenprotokoll ILD1402

Die digitalen Messwerte werden als vorzeichenlose Digitalwerte (Rohwerte) ausgegeben.

Digitalwert	Verwendung
0 ... 16367	Wertebereich
0 ... 160	Reserve Messbereichsanfang (1 %)
161 ... 16207	Messbereich

Digitalwert	Verwendung
16208 ... 16367	Reserve Messbereichsende (1 %)
16370 ... 16383	Fehlercodes

Berechnung eines Messwertes in mm aus digitaler Ausgabe:

Bezugswert Messbereichsanfang:

$$x\ [mm] = (digital_{OUT} * \frac{1,02}{16368} - 0,01) * MB\ [mm]$$

Bezugswert Messbereichsmitte:

$$x\ [mm] = (digital_{OUT} * \frac{1,02}{16368} - 0,51) * MB\ [mm]$$

Beispiel: MB =10 mm, Digitalwert = 8184, Messwert = 5 mm bzw. 0 mm

Anmerkung: Ein Digitalwert kann aus einem Messwert (Millimeter) wie folgt berechnet werden:

$$digital_{OUT} = \left[\frac{x\ [mm]}{MB\ [mm]} + 0,01\right] * \frac{16368}{1,02}$$

7.3 Digitale Fehlercodes

Digitale Fehlercodes werden wie Messwerte ausgegeben.

Wertebereich für Fehlercodes: 16370 ... 16384 ($digital_{OUT}$)

- 16370 kein Objekt erkennbar
- 16372 zu nah am Sensor
- 16374 zu weit vom Sensor
- 16376 Messobjekt nicht auswertbar
- 16378 externer Laser aus
- 16380 Messobjekt bewegt sich auf Sensor zu
- 16382 Messobjekt bewegt sich vom Sensor weg
- 16383 interner Fehler

8. Serielle Schnittstelle RS422

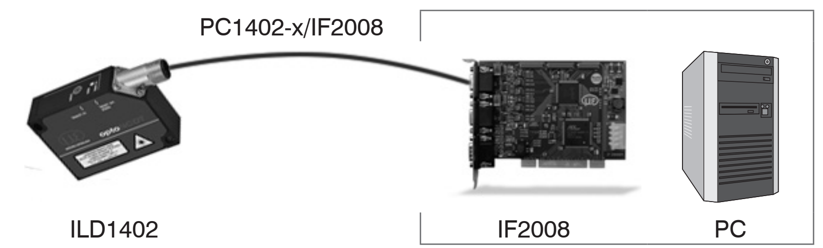


Abb. 20 Systemaufbau zum Betrieb der Interfacekarte IF2008

	Pin	Signal	Signal	Pin	
Sensor 1, Sensor 3 12-pol. Stecker	7 (8[1])	24 V	24 V Versorgung	10	IF2008, X1 und X2, 15-pol. Sub-D
	3	Rx + (Eingang)	Sensor 1/3 TxD+	2	
	4	Rx - (Eingang)	Sensor 1/3 TxD -	1	
	5	Tx + (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD+	4	
	6	Tx - (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD -	3	
	12 (7[1])	GND	0 V Versorgung	5	
			Sensor 1/3 TRG+	6	
			Sensor 1/3 TRG-	7	
			Sensor 2/4 TRG+	8	
			Sensor 2/4 TRG-	9	
Sensor 2, Sensor 4 12-pol. Stecker	7 (8[1])	24 V	24 V Versorgung	10	
	3	Rx +	Sensor 2/4 TxD+	12	
	4	Rx -	Sensor 2/4 TxD -	11	
	5	Tx +	Sensor 2/4 RxD+	14	
	6	Tx -	Sensor 2/4 RxD -	13	
	12 (7[1])	GND	0 V Versorgung	5	

Abb. 21 Pin-Belegung PC1402-x/IF2008 Pin-Belegung IF2008

Notwendige Hard- und Software

- IF2008
  Interfacekarte RS422, für 1 bis 4 laseroptische Sensoren der Serie ILD1402 plus 2 Encoder, inkl. Programmierschnittstelle MEDAQlib

- PC1402-x/IF2008
  Versorgungs-und Ausgangskabel, Länge x = 3, 6 oder 8 m.

Alternativ kann ein Datenaustausch mit der Demo-Software (ILD1402 Tool) und einem Umsetzer RS422 auf USB erfolgen, siehe Kap. 11..
Bei Verwendung von 3 Sensoren ist das optional erhältliche Y-Adapterkabel IF2008-Y zu verwenden.

1) Für Sensor ILD1402-xSC bzw. Kabel PC1402SC-x/IF2008.

8.1 Schnittstellenparameter

Das optoNCDT1402 ist mit einer seriellen Schnittstelle RS422 ausgerüstet, um den Sensor von einem gewöhnlichen PC aus bedienen zu können und Messwerte sowie Fehlercodes zu übertragen.
Der Sensor kann mit zwei unterschiedlichen Datenprotokollen arbeiten:
- Datenprotokoll ILD1401
- Datenprotokoll ILD1402

Standardeinstellungen	Datenprotokoll ILD1401	Datenprotokoll ILD1402
Baudrate	38400	115200
Parität	keine	
Datenbits	8	
Start/Stopbit	1	

8.2 Datenformat für Messwerte und Fehlercodes

8.2.1 Binärformat

Das Datenwort setzt sich aus zwei aufeinanderfolgenden Bytes (H-Byte / L-Byte) zusammen. Ein Kennbit in jedem Byte unterscheidet ein High- von einem Low-Byte.

Start	1	7 Bit MSB	Stop	Start	0	7 Bit LSB	Stop

Konvertierung des binären Datenformates:
Bei der Konvertierung müssen High- und Low-Byte anhand der ersten Bits (Kennbit) erkannt, die Kennbits entfernt und die restlichen 2 x 7 Bit wieder zu einem 14-Bit Datenwort zusammengefasst werden.
Empfang:

H-Byte	1	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7
L-Byte	0	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Ergebnis der Konvertierung

0	0	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

i Arbeitet der Sensor mit dem Datenprotokoll ILD1401, werden nur 12 Bits als Messwert ausgegeben, d.h. die Bits D12 und D13 haben den Wert 0.

Bei Antworten mit einer Länge von 4 Bytes sind die Bytes nach folgender Regel zu vertauschen:
Empfang 0 1 2 3 4 5 6 7
Konvertierung 3 2 1 0 7 6 5 4
Diese Regel gilt nicht für Werte.

8.2.2 ASCII-Format

Ausgabe von 5 Zeichen (Ziffern) im ASCII-Code für Digitalwert + 1 Trennzeichen „CR“ (= 0x0D), also insgesamt 6 Zeichen. Bei Digitalwerten mit nur 3 oder 4 Ziffern werden Leerzeichen vorangesetzt.

Beispiel: Digitalwert 2099
Übertragen: „_2099“ (1 Leerzeichen voran) „CR“

ASCII-Code (Hex.)	0x20	0x32	0x30	0x39	0x39	0x0D
Zeichen	SP	2	0	9	9	CR

i ASCII-Zeichen können mit einem Terminalprogramm einfach angezeigt werden.

8.2.3 Abfragen des Datenprotokolls

PC sendet “---R”.
Sensor antwortet
“---14CI1“ Sensor arbeitet mit dem Datenprotokoll ILD1401 oder
“---14CI2“ Sensor arbeitet mit dem Datenprotokoll ILD1402.

8.3 Datenprotokoll ILD1401

8.3.1 Aufbau der Kommandodaten

Die Kommandos für den Sensor bestehen aus Kommandodaten, die in beide Richtungen ausgetauscht werden. Jedes Kommandodatenpaket besteht aus einem Kopf, einer ID, dem Kommando und der Anzahl sowie evtl. weiteren Datenbytes (Parameter, wenn Anzahl > 0).

Der Kopf besteht immer aus 4 Byte und dient zur Erkennung einer Verbindung zum Sensor. Die ID besteht aus 2 Byte, das Kommando und die Anzahl ist jeweils ein Byte lang. Damit beträgt die Länge eines kompletten Kommandodatenpaketes, ohne Parameter, 8 Byte. Die Anzahl entspricht der Anzahl der sich dem Kommando anschließenden Bytes.

Jedes vollständige Kommando wird vom Sensor beantwortet. Dabei baut sich die Antwort aus 2 Byte ID (entspricht der gesendeten ID), dem modifizierten Kommandobyte und der Anzahl sowie den Rückgabedaten auf. Das modifizierte Kommandobyte = Kommandobyte „OR“-verknüpft mit 0x80 hex, wenn das Kommando verstanden worden ist. Im Fehlerfall ist das modifizierte Kommandobyte = Kommandobyte „OR“-verknüpft mit 0xC0 hex. Im Fehlerfall ist die Anzahl der Rückgabebytes = 1 und enthält den Fehlercode.

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
Kopf				ID		Kommando	Anzahl	Parameter

Abb. 22 Aufbau eines Kommandopakets im Sendepuffer

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
ID		Kommando „OR“-verknüpft mit 0x80 hex	Anzahl	Parameter

Abb. 23 Fehlerfreie Übertragung, Aufbau eines Kommandopakets im Empfangspuffer

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
ID		Kommando „OR“-verknüpft mit 0xC0 hex	Anzahl = 1	Fehlercode

Abb. 24 Fehlerhafte Übertragung, Aufbau eines Kommandopakets im Empfangspuffer

Fehlercode

Beschreibung	Bytes	Wert
Kommandofehler	1	2
Fehlerhafte Parameteranzahl	1	3
Time out	1	4

8.3.2 Übersicht Kommandobefehle

Informationskommandos			
0x0900	Kap. 8.3.4	VERSION	zeigt Softwareversion
0x0C00	Kap. 8.3.3	INFO	zeigt Sensordaten
Filter			
0x1001	Kap. 8.3.5	MEDIAN	Median-Filter über 3 Werte, ein/aus
Messwertausgänge umstellen			
0x0E01	Kap. 8.3.6	OUTPUTCHANNEL	Ausgabe analog / digital
Fehlerausgabe (Analogausgang)			
0x0F01	Kap. 8.3.7	SAVELASTMV	Verhalten des Analogausgangs im Fehlerfall
Rücksetzen			
0x0100	Kap. 8.3.8	BOOT	Sensor neu booten
Umschaltung Datenprotokoll ILD1401 / ILD1402			
0x1100	Kap. 8.3.9	SET_CIMODE_1402	Sensor arbeitet mit Datenprotokoll ILD1402
$0x2D2D2D52_h$	Kap. 8.3.10	GET_CI_MODE	fragt den Status des Command-Interpreters im Sensor ab

8.3.3 Sensorparameter auslesen, INFO

Name: INFO

Beschreibung: Liefert den Infostring.

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x0C	0x00	keine

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x8C	Byteanzahl [1]	Infostring

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
“I“	“L“	0x8C	0x89
Infostring als lesbare ASCII Zeichenkette Article 4120154 Option 000 Serie 1234570 MR 50 SoftVer 1.001 Date 09/01/23 Out Channel analog Anlog Error error value Filter off			

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xCC	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

1) Byteanzahl ist vom Inhalt der Antwort abhängig.

8.3.4 Softwareversion auslesen, VERSION

Name: VERSION

Beschreibung: Der Sensor übermittelt die Softwareversion.

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	"+"	"+"	"+"	0x0D	„I“	„L“	0x09	0x00	keine

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x89	Byteanzahl	Infostring

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
“I“	“L“	0x89	0x07
Version als lesbare ASCII Zeichenkette: 1.001			

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xC9	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

8.3.5 Mittelung ein-/ausschalten, MEDIAN

Werkseinstellung:
Median aus

Name: MEDIAN

Beschreibung: Umschaltung des Filters zwischen „Median ein“ und „Median aus“. Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet. Dazu werden drei einlaufende Messwerte nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben. Bei der Bildung des Medians im Controller werden 3 Messwerte berücksichtigt, d.h. es gibt keinen Median 0. Damit lassen sich einzelne Störimpulse unterdrücken. Die Glättung der Messwertkurven ist nicht sehr stark.

Byte 9 = 0; Median aus

Byte 9 = 1; Median ein

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x10	0x01	Median ON/OFF

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x90	0x00	keine

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xD0	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

8.3.6 Digitale oder analoge Datenausgabe, OUTPUTCHANNEL

Name: OUTPUTCHANNEL

Beschreibung: Festlegen des Ausgabekanals des Sensors (analog/digital). Ist der digitale Ausgabekanal gewählt, werden mit einer Rate von 1,5 kHz Messwerte über die serielle Schnittstelle ausgegeben. Ist der analoge Kanal ausgewählt, werden über die serielle Schnittstelle nur die Kommandos und die Antworten übertragen.

Werkseinstellung: Analogausgang

Byte 9 = 0; analog

Byte 9 = 1; digital

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x0E	0x01	Channel

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x8E	0x00	keine

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xCE	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

Werkseinstellung: „Error code“, also 3,75 mA am Analog-ausgang

8.3.7 Verhalten des Sensors im Fehlerfall, SAVELASTMV

Name: SAVELASTMV

Beschreibung: Umschaltung der analogen Ausgabe zwischen „letzten Wert halten“ und „Error code“.

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x0F	0x01	Output type

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x8F	0x00	keine

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xCF	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

Output type

Beschreibung	**Bytes**	**Wert**
Output type = „Letzten Wert halten“ (im Fehlerfall wird am Analogausgang der letzte gültige Messwert ausgegeben)	1	0
Output type = „Error code“ (im Fehlerfall wird am Analogausgang ein Wert < 4mA ausgegeben)	1	1

8.3.8 Sensor rücksetzen, BOOT

Name: BOOT

Beschreibung: Der Sensor führt einen Software-Reset aus. Dabei werden die Werkseinstellungen für den Ausgang und die Filterung verwendet.

- Stromausgang: Error code
- Median aus

Kurz vor dem eigentlichen Reset wird die Antwort gesendet.

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x01	0x00	keine

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x81	0x00	keine

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xC1	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

8.3.9 Datenprotokoll wechseln, SET_CIMODE_1402

Name: SET_CIMODE_1402

Beschreibung: Schaltet den Sensor in das Datenprotokoll ILD1402. Die Antwort sendet der Sensor noch mit dem Protokoll des ILD1401, erst nach dem Senden der Antwort schaltet der Sensor den Modus um und führt ein Reset aus.

Format	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8	Byte 9
	“+”	“+”	“+”	0x0D	„I“	„L“	0x11	0x00	keine

Antwort	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
	„I“	„L“	0x91	0x00	keine

Kommando fehlerfrei

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
“I“	“L“	0xD1	0x01	Fehlercode

Kommando-Fehler

8.3.10 Datenprotokoll abfragen, GET_CI_MODE

Name: GET_CI_MODE

Beschreibung: Fragt den Status des Command-Interpreters (CI) des Sensors ab..

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„-“		„-“		„-“		„R“		0x2D2D2D52

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„-“		„-“		„-“		„1“		0x2D2D2D31
„4“		„C“		„I“		0x3X		0x3443493X

Folgende Möglichkeiten für X:

X = 1, der Kommandointerpreter des Sensors ist im Datenprotokoll ILD1401.

X = 2, der Kommandointerpreter des Sensors ist im Datenprotokoll ILD1402. Beachte: Sensor verwendet anderes Protokoll!

8.4 Datenprotokoll ILD1402

8.4.1 Aufbau der Kommandodaten

Die Kommandos für den Sensor bestehen aus Kommandodaten, die in beide Richtungen ausgetauscht werden. Jedes Kommandodatenpaket besteht aus einem ganzzahligen Vielfachen von 32-Bit-Wörtern, siehe Abb. 25.

	31	24	23	16	15	8	7	0
1	Startwort							
2	Kennung (ID)							
3	Kommandocode (16 Bit)				Paketlänge (16 Bit)			
4	Daten 1							
5	...							
6	Daten (n)							

Inhalt	
Startwort	Kommandokopf (2 Wörter)
Sensorkennung, z.B. „ILD1“	
Kommandocode	Anzahl Datenwörter n+2
1. Datenwort (4 Bytes)	
...	
n. Datenwort (4 Bytes)	

Abb. 25 Aufbau eines Kommandodatenpakets

Da die meisten seriellen Schnittstellen ein 8-Bit-Datenformat nutzen, werden 4 aufeinanderfolgende Bytes zu einem 32-Bit-Wort kombiniert. Jedes Kommandodatenpaket besitzt einen Kopf aus zwei 32-Bit-Wörtern, gefolgt vom Kommando und evtl. weiteren Daten (wenn erforderlich). Im gesendeten Kommando sind die beiden oberen Bits (Nr. 31 und 30) immer auf „0“ gesetzt.

8.4.2 Kommunikation ohne Fehler

Bei der Antwort des Sensors auf ein Kommando wird kein Kommandostartwort gesendet. Das 1. Wort ist dann die Kennung. Bei fehlerfreier Kommunikation folgt das 2. Wort das Kommando mit gesetztem MSB (Bit 31 = 1, entsprechend einer „OR"-Verknüpfung des Kommandos mit 0x8000) und die neue Paketlänge. Bei längeren Antworten (z.B. GET_INFO) ist die Paketlänge entsprechend der Anzahl zu übertragender Datenworte größer. Den Abschluss der Antwort bildet ein festes 32-Bit-Abschlusswort 0x20200D0A. Das Abschlusswort ist kein Datenwort.

8.4.3 Kommunikation mit Fehler

Entdeckt der Sensor einen Fehler bei der Kommandoausführung, wird das zweithöchste Bit (Bit 30) des 2. Wortes ebenfalls gesetzt (das Kommando wird mit 0xC000 „OR"-verknüpft). Zusätzlich wird ein Kommandofehlercode als Datenwort übertragen, siehe Abb. 26. Die resultierende Paketlänge beträgt jetzt 3 Datenworte. Den Abschluss der Antwort bildet ein 32-Bit-Wort 0x20200D0A (2 Leerzeichen + CR + LF).

Fehler-Code X	**Bezeichnung**
1	Kommando unbekannt
2	Wert für Parameter falsch
3	Parameter ungültig
4	Time out
5	Befehl nicht erfolgreich ausgeführt
6	Warnung bei Mittelwerttyp und Mittelungszahl [1]

Abb. 26 Kommandofehlercode

1) , siehe Kap. 8.4.7

8.4.4 Übersicht Kommandobefehle

Informationskommandos			
0x20490002	Kap. 8.4.5	GET_INFO	zeigt Sensordaten
0x204A0002	Kap. 8.4.6	GET_SETTINGS	zeigt Sensoreinstellungen
Mittelung			
0x207F0004	Kap. 8.4.7	SET_AV	setzt Mittelwertart und -wert
Messwertausgabe			
0x20760002	Kap. 8.4.8	DAT_OUT_OFF	Messwertausgabe anhalten
0x20770002	Kap. 8.4.9	DAT_OUT_ON	Permanente Messwertausgabe
0x20F40003	Kap. 8.4.11	SET_OUTPUTMODE	Ausgabemodus
0x20F50003	Kap. 8.4.12	SET_OUTPUTTIME_MS	Ausgabezeit in ms
Messwertausgänge umstellen			
0x20900003	Kap. 8.4.10	SET_OUTPUT_CHANNEL	Messwertausgabe: Strom oder RS422
Geschwindigkeit			
0x20800003	Kap. 8.4.14	SET_BAUDRATE	115,2 / 57,6 / 38,4 / 19,2 / 9,6 kBaud
0x20850003	Kap. 8.4.15	SET_SCANRATE	Messrate: 1,5 kHz; 1,0 kHz; 750 Hz; 375 Hz
Fehlerausgabe (Analogausgang)			
0x20810003	Kap. 8.4.13	SET_ANALOG_ERROR_HANDLER	Verhalten des Analogausgangs im Fehlerfall
Externer Eingang			
0x20F80003	Kap. 8.4.16	SET_EXT_INPUT_MODE	Skalierung, Triggerung
Laserabschaltung (extern)			
0x20870002	Kap. 8.4.19	LASER_ON	schaltet den Laser ein
0x20860002	Kap. 8.4.19	LASER_OFF	schaltet den Laser aus
Messwert-Datenformat			
0x20880003	Kap. 8.4.20	ASCII_OUTPUT	Auswahl: ASCII / Binär
Tastensperre			
0x20600003	Kap. 8.4.21	SET_KEYLOCK	Taste frei / gesperrt / auto gesperrt
Rücksetzen			
0x20F10002	Kap. 8.4.23	SET_DEFAULT	Rücksetzen auf Werkseinstellung
0x20F00002	Kap. 8.4.22	RESET_BOOT	Sensor neu booten

Speichermodus			
0x20F70003	Kap. 8.4.24	SET_SAVE_SETTINGS_MODE	flüchtig / nicht flüchtig
Skalierungswerte			
0x20F90004	Kap. 8.4.25	SET_TEACH_VALUE	setzt T1 + T2 0 ... 16368
0x20FA0002	Kap. 8.4.26	RESET_TEACH_VALUE	setzt T1 = 0 / T2 = 16368
Suchalgorithmus			
0x20FB0003	Kap. 8.4.17	SET_PEAKSEARCHING	first peak, last peak, global maximum
Suchschwelle			
0x20FC0003	Kap. 8.4.18	SET_THRESHOLD	niedriger als Standard, Standard, höher als Standard, höchste
Umschaltung Datenprotokoll			
0x20F20002	Kap. 8.4.27	SET_CIMODE_1401	setzt im Sensor das Datenprotokoll ILD1401
0x2D2D2D52	Kap. 8.4.28	GET_CI_MODE	fragt den Status des Command-Interpreters im Sensors ab

8.4.5 Sensorparameter auslesen, GET_INFO

Name: GET_INFO

Beschreibung: Liefert den Infostring. Dieser zeigt die aktuell gespeicherten Parameter im Sensor an.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x49	0x00	0x02	0x20490002

<table>
<tr><td>Antwort:</td><td>31 24</td><td>23 16</td><td>15 8</td><td>7 0</td><td>hex</td></tr>
<tr><td></td><td>„I“</td><td>„L“</td><td>„D“</td><td>„1“</td><td>0x494C4431</td></tr>
<tr><td></td><td>0xA0</td><td>0x49</td><td>0x00</td><td>0xxx</td><td>0xA04900xx</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">Infostring als lesbare ASCII-Zeichenkette:</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">ILD 1402: Standard
A/N: 4120154
O/N: 000
S/N: 1234570
MR: 50
SoftVer: 1.001.796
BootVer: 1.001.16
Date: 09/01/23
Out Channel: digital | digital
Analog Error: last value | error value | error value after cycles xx //xx ist 2 bis 99
Filter Type: moving average | median
Filter Number: xx //bei moving average ist xx 1 bis 128, bei median ist xx 7, 5, 7 oder 9
Scanrate: xxxHz //xx ist 1500 Hz, 1000 Hz, 750 Hz, 375 Hz
type of digital output: binary | ascii
mode of analog/digital output: continuous | time | trigger
output time: xx //xx ist Zeit in ms [1]
key status: unlock | lock | auto lock
mode of save setting: no save | save at each time
mode of extern input: as teach in | as output trigger
peak searching: global maximum | first peak | last peak
threshold: lower as standard | standard | higher as standard | highest
Teach value 1: xx //xx ist 1.0 bis 16368.0
Teach value 2: xx //xx ist 1.0 bis 16368.0</td></tr>
<tr><td></td><td>0x20</td><td>0x20</td><td>0x0D</td><td>0x0A</td><td>0x20200D0A</td></tr>
</table>

| = trennt Varianten voneinander

// = markiert den Beginn eines Kommentars

1) Ausgabezeit wird nur ausgelesen, wenn „mode of analog/digital output = time”

8.4.6 Sensoreinstellungen auslesen, GET_SETTINGS

Name: GET_SETTINGS

Beschreibung: Liefert die aktuellen Sensoreinstellungen.

Die Bytes sind entsprechend, siehe Kap. 8.2.1, zu tauschen.

Diese sind im einzelnen:

Output channel

- 0 = Strom
- 1 = digital

Teach value 1

0.0 … 16368.0

z. B. float: 3027.426 = hexadezimal: 0x453d36d1

Teach value 2

0.0 … 16368.0

z. B. float: 11068.851 = hexadezimal: 0x462cf367

Analog error handler

- 0 = letzten Wert halten
- 1 = Fehlerausgabe
- 2…99 letzten Messwert halten für 2…99 Bilder bzw. Messzyklen

Average type

- 0 = gleitender Mittelwert
- 1 = Median Filter

Average value

- 1…128 gleitender Mittelwert, wenn average type = 0
- 3, 5, 7, 9 Median, wenn average type = 1

Messrate

- 0 = 1500 Hz
- 1 = 1000 Hz
- 2 = 750 Hz
- 3 = 375 Hz
- 4 = 50 Hz

Baudrate

- 0 = 115200 Baud
- 1 = 57600 Baud
- 2 = 38400 Baud
- 3 = 19200 Baud
- 4 = 9600 Baud

Digital output type

- 0 = Binär
- 1 = ASCII

Analog, digital output mode

- 0 = kontinuierlich jeden Messzyklus, abhängig von Baudrate und Messrate;
  delay = (Anzahl Bits / Baudrate) * Messrate [Hz]
  (wenn delay < 0, delay = delay +1)
  delay = Anzahl der Zyklen, in der die serielle Ausgabe ausgelassen wird
- 1 = zeitgesteuert, siehe output time [ms]
- 2 = triggergesteuert, siehe extern input mode

Output time [ms]

1…65535

Key lock

- 0 => Taste freigegeben
- 1 => Taste gesperrt
- 2 => automatische Tastensperre, nach 5 Minuten power on

Save settings mode
- 0 = übertragene neue Einstellungen werden im RAM abgelegt und wirken nur bis power off
- 1 = übertragene neue Einstellungen werden im FLASH gespeichert und wirken somit auch nach power off/on

Extern input type
- 0 = externer Eingang wird als Skalierungseingang benutzt
- 1 = externer Eingang wird als Triggereingang benutzt (triggergesteuerte Ausgabe)

Peak searching
- 0 = Peak mit globalem Maximum
- 1 = erster Peak, Leserichtung Pixel 0 bis Pixel 127, links nach rechts
- 2 = letzter Peak, Leserichtung Pixel 0 bis Pixel 127, links nach rechts

Threshold
- 0 = niedriger als Standard
- 1 = Standard
- 2 = höher als Standard
- 3 = höchste

Measuring range [mm]
- XXX X = 1 ... 65535

Reserve 1
Reserve 2
Reserve 3
Reserve 4

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x4A	0x00	0x02	0x204A0002

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x4A	0x00	0x17	0xA04A0017
Output channel				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Teach value 1				
0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	0xXXXXXXXX
Teach value 2				
0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	0xXXXXXXXX
Analog error handler				
0x00	0x00	0x00	0xXX	0x000000XX
Average type				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Average value				
0x00	0x00	0x00	0xXX	0x000000XX
Messrate				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Baudrate				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Digital output type				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Analog digital output mode				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Output time				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX

Key lock				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Save settings mode				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Extern input type				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Peak searching				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Threshold				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
	Measuring range			
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
	Reserve 1			
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x00000000
	Reserve 2			
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x00000000
	Reserve 3			
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x00000000
	Reserve 4			
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x00000000
Standardschlusssequenz				
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.7 Mittelungsart und Mittelungszahl setzen, SET_AV

Name: SET_AV

Beschreibung: Stellt die Mittelungsart und die Mittelungszahl N ein.

Parameter:

- Mittelungsart
  - X = 0 --> gleitender Mittelwert
  - X = 1 --> Median
- Mittelungszahl
  - XX = 1 ... 128 --> gleitender Mittelwert, wenn Mittelungsart = gleitender Mittelwert
  - XX = 3, 5, 7, 9 --> Median, wenn Mittelungsart = Median

Werkseinstellung: gleitender Mittelwert 1, also keine Mittelung.

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x7F	0x00	0x04	0x207F0004
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
0x00	0x00	0x00	0xXX	0x000000XX

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x7F	0x00	0x02	0xA07F0002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.8 Messwertausgabe stoppen, DAT_OUT_OFF

Name: DAT_OUT_OFF

Beschreibung: Schaltet die digitale Datenausgabe der Messwerte aus. Die Kommunikation mit dem Sensor über die digitale Schnittstelle bleibt davon unberührt. Im Triggerbetrieb hat dieses Kommando höhere Priorität. Das Kommando ist flüchtig, d.h. nach Power On ist die Datenausgabe eingeschaltet.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x76	0x00	0x02	0x20760002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x76	0x00	0x02	0xA0760002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.9 Messwertausgabe starten, DAT_OUT_ON

Name: DAT_OUT_ON

Beschreibung: Schaltet die digitale Datenausgabe der Messwerte ein. Damit Messdaten vom Sensor empfangen werden können, muss auch der Ausgabekanal (Outputtype) auf digitale Datenausgabe gestellt sein.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x77	0x00	0x02	0x20770002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x77	0x00	0x02	0xA0770002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.10 Digitale oder analoge Datenausgabe, SET_OUTPUT_CHANNEL

Name: SET_OUTPUT_CHANNEL

Beschreibung: Stellt den Ausgabekanal ein.

Parameter:

Werkseinstellung: Analogausgang

- X = 0 --> Analogausgang (4 ... 20 mA)
- X = 1 --> Digitalausgang (RS422)

Format:	31 24	23 16	15 8	7 0	hex
	„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
	„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
	0x20	0x90	0x00	0x03	0x20900003
	0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:	31 24	23 16	15 8	7 0	hex
	„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
	0xA0	0x90	0x00	0x02	0xA0900002
	0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.11 Eigenschaften digitale oder analoge Datenausgabe, SET_OUTPUTMODE

Werkseinstellung: kontinuierlich

Name: SET_OUTPUTMODE

Beschreibung: Schaltet den analogen oder digitalen Ausgabekanal.

- X = 0 --> kontinuierlich jeden Messzyklus, abhängig von Baudrate und Messrate;
  delay = (Anzahl Bits / Baudrate) * Messrate [Hz], wenn delay < 0, delay = delay +1)
  delay = Anzahl der Zyklen, in der die serielle Ausgabe ausgelassen wird
- X = 1 --> zeitgesteuert, siehe Kap. 8.4.12.
- X = 2 --> triggergesteuert, siehe Kap. 8.4.16.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF4		0x00		0x03		0x20F40003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF4		0x00		0x02		0xA0F40002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.12 Ausgabezeit setzen, SET_OUTPUTTIME_MS

Werkseinstellung:
500 ms

Name: SET_OUTPUTTIME_MS

Beschreibung: Schaltet die Ausgabezeit zur Aktualisierung des analogen bzw. des digitalen Ausgabewertes. Findet Anwendung bei zeitgesteuerter Messwertausgabe, siehe Kap. 8.4.11.

Parameter:

- XXXX = 1 … 65535 [ms].

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0xF5	0x00	0x03	0x20F50003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0xF5	0x00	0x02	0xA0F50002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.13 Verhalten des Analogausgangs im Fehlerfall, SET_ANALOG_ERROR_HANDLER

Name: SET_ANALOG_ERROR_HANDLER

Beschreibung: Setzt das Verhalten für letzten Messwert halten / nicht halten.

Parameter:

Werkseinstellung: Fehlerwert

- X = 0 --> letzten Wert halten
- X = 1 --> Fehlerwert (3,75 mA)
- X = 2 … 99 --> letzten Messwert halten für 2 … 99 Bilder bzw. Messzyklen

Dieses Kommando hat nur auf die Analogausgabe eine Auswirkung. Bei Auftreten eines Fehlers (kein Objekt, ungültiges Objekt, Objekt außerhalb des Messbereichs oder Laser ist aus) wird bei X = 0 weiterhin der letzte gültige Messwert ausgegeben. Für X = 1 wird ein Fehlersignal generiert, für die Stromausgabe beträgt dieser Fehlerwert ca. 3,75 mA.

Für X = 2 … 99 wird der letzte gültige Messwert für X-Messzyklen gehalten, bevor am Analogausgang ein Fehlersignal erzeugt wird.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x81	0x00	0x03	0x20810003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x81	0x00	0x02	0xA0810002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.14 Übertragungsrate einstellen, SET_BAUDRATE

Werkseinstellung:
115200 Baud

Name: SET_BAUDRATE

Beschreibung: Stellt die Übertragungsrate ein.

Parameter:

- X = 0 --> 115200
- X = 1 --> 57600
- X = 2 --> 38400
- X = 3 --> 19200
- X = 4 --> 9600

Die Antwort sendet der Sensor noch mit der alten Baudrate, erst nach dem Senden der Antwort schaltet der Sensor die Baudrate um. Die Ausgaberate wird bei der Umstellung der Baudrate automatisch durch Überspringen einzelner Messwerte reduziert.

i Vergessen Sie nicht in der Software die Baudrate auch zu ändern.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x80	0x00	0x03	0x20800003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x80	0x00	0x02	0xA0800002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.15 Messrate einstellen, SET_SCANRATE

Name: SET_SCANRATE

Beschreibung: Stellt die Messrate [Hz] ein.

Werkseinstellung: 1500 Hz

Parameter:

- X = 0 --> 1500
- X = 1 --> 1000
- X = 2 --> 750
- X = 3 --> 375
- X = 4 --> 50

Ablauf: Der Sensor antwortet und bootet dann neu. Der String der Bootmeldung enthält „CI140x“, „CR“, „LF“ und die Antwort von „GET_INFO“.

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x85	0x00	0x03	0x20850003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x85	0x00	0x02	0xA0850002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.16 Teacheingang, Triggereingang, SET_EXT_INPUT_MODE

Werkseinstellung: Teachleitung

Name: SET_EXT_INPUT_MODE

Beschreibung: Definiert die Funktion des Schalteingangs „Teach in“ (Pin 9 am Sensorstecker).

Parameter:

- X = 0 --> externer Eingang arbeitet als Teachleitung
- X = 1 --> externer Eingang arbeitet als Triggereingang für die triggergesteuerte Datenausgabe

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF8		0x00		0x03		0x20F80003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF8		0x00		0x02		0xA0F80002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.17 Peakauswahl im Videosignal, SET_PEAKSEARCHING

Name: SET_PEAKSEARCHING

Beschreibung: Vorgabe für den Suchalgorithmus.

Parameter:

- X = 0 --> Peak mit globalem Maximum
- X = 1 --> erster Peak, Leserichtung Pixel 0 bis Pixel 127, links nach rechts
- X = 2 --> letzter Peak, Leserichtung Pixel 0 bis Pixel 127, links nach rechts

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xFB		0x00		0x03		0x20FB0003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xFB		0x00		0x02		0xA0FB0002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Ein Peak im Videosignal wird durch Überschreiten und nachfolgendes Unterschreiten der Schwelle begrenzt. Mehrerer gültige Peaks werden beim Messen von Glasscheiben ausgewertet. Messungen an metallischen Oberflächen können auch mehrere einzelne Peaks erzeugen. Die jeweils gültigen Peaks sind vorher im Softwaretool (Videosignal) zu ermitteln.

8.4.18 Suchschwelle, SET_THRESHOLD

Name: SET_THRESHOLD

Beschreibung: Definiert die Eigenschaften der Suchschwelle.

Parameter:

- X = 0 --> niedriger als Standard
- X = 1 --> Standard
- X = 2 --> höher als Standard
- X = 3 --> höchste

i Wenn Sie die Suchschwelle aus der Werkseinstellung in eine andere Suchschwelle wechseln, führt dies zu einer verminderten Linearität und Auflösung des Sensors.
Verändern Sie die Suchschwelle nur bei speziellen Materialien, wie zum Beispiel bei semitransparenten Kunststoffen, und lernen Sie damit den Sensor neu an.

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0xFC	0x00	0x03	0x20FC0003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0xFC	0x00	0x02	0xA0FC0002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.19 Laserabschaltung (extern), LASER_OFF

Name: LASER_OFF

Beschreibung: Schaltet den Laser aus. Das Kommando ist flüchtig, d.h. nach Power On ist der Laser eingeschaltet.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x86	0x00	0x02	0x20860002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x86	0x00	0x02	0xA0860002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

i Das LASER_OFF-Kommando ist flüchtig. D.h. der Laser ist eingeschaltet, wenn die Spannungsversorgung kurzzeitig unterbrochen oder das RESET_BOOT-Kommando gesendet wird und Pin 8 mit GND verbunden ist.

Name: LASER_ON

Beschreibung: Schaltet den Laser ein

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x87	0x00	0x02	0x20870002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x87	0x00	0x02	0xA0870002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

i Laser_ON ist nur wirksam, wenn Pin 8 mit GND verbunden ist.

8.4.20 Datenformat umschalten, ASCII_OUTPUT

Werkseinstellung: Binärformat

Name: ASCII_OUTPUT

Beschreibung: Schaltet das Datenformat für die Messwertausgabe über die digitale Schnittstelle um. Die Befehlsantworten bleiben davon unberührt.

Parameter:

- X = 0 --> Ausgabe im Binärformat (2 Byte)
- X = 1 --> Ausgabe als ASCII-Zeichen (6 Byte)

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x88	0x00	0x03	0x20880003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x88	0x00	0x02	0xA0880002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.21 Tastensperre, SET_KEYLOCK

Name: SET_KEYLOCK

Beschreibung: Sperrt die Taste „select“ am Sensor bzw. gibt sie wieder frei. Der eingestellte Zustand ist nichtflüchtig.

Parameter:

Werkseinstellung: Tastensperre 5 Minuten nach Anlegen der Versorgungsspannung aktiviert.

- X = 0 --> Taste freigegeben
- X = 1 --> Taste gesperrt
- X = 2 --> automatische Tastensperre, nach 5 Minuten power on

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x60		0x00		0x03		0x20600003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x60		0x00		0x02		0xA0600002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.22 Sensor rücksetzen, RESET_BOOT

Name: RESET_BOOT

Beschreibung: Startet die Initialisierungsphase des Sensors. Dauer ca. 900 ms.

Ablauf: Der Sensor antwortet und bootet dann neu. Der String der Bootmeldung enthält „CI140x“, „CR“, „LF“ und die Antwort von „GET_INFO“.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF0		0x00		0x02		0x20F00002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF0		0x00		0x02		0xA0F00002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.23 Werkseinstellung aufrufen, SET_DEFAULT

Name: SET_DEFAULT

Beschreibung: Setzt die eingestellten Parameter in die Grundeinstellungen (Werkseinstellungen) zurück.

Dies betrifft:

- Datenprotokoll ILD1401
  - Output channel: 0 --> Analogausgang,
  - Analog error handler: 1 --> im Fehlerfall ca. 3,75 mA am Analogausgang,
  - Filter: 0 = Median aus,
- Datenprotokoll ILD1402
  - Output channel: 0 --> Analogausgang,
  - Teach value 1 --> 0.0
  - Teach value 2 --> 16368.0
  - Analog error handler: 1 --> im Fehlerfall ca. 3,75 mA am Analogausgang,
  - Average type: 0 --> gleitender Mittelwert,
  - Average value: 1 --> also keine Mittelung,
  - Messrate: 0 --> 1500 Hz,
  - Baudrate: 0 --> 115200 Baud,

- Digital output type: 0 --> binär,
- Analog digital output mode: 0 --> kontinuierlich,
- Output time --> 500 ms,
- Key lock: 2 --> Tastensperre nach 5 Minuten nach Power on,
- Save settings mode: 1 --> übertragene neue Einstellungen werden im FLASH gespeichert,
- Extern input type: 0 --> externer Eingang als Teachleitung

Ablauf: Der Sensor antwortet und bootet dann neu. Der String der Bootmeldung enthält „CI140x“, „CR“, „LF“ und die Antwort von „GET_INFO“.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF1		0x00		0x02		0x20F10002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF1		0x00		0x02		0xA0F10002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.24 Einstellungen in das RAM oder FLASH schreiben, SET_SAVE_SETTINGS_MODE

Name: SET_SAVE_SETTINGS_MODE

Beschreibung: Schreibt die übertragenen Einstellungen in das RAM oder FLASH.

Parameter:

Werkseinstellung:
Im FLASH speichern

- X = 0 --> übertragene neue Einstellungen werden im RAM abgelegt und wirken nur bis zur Abschaltung der Versorgungsspannung.
- X = 1 --> übertragene neue Einstellungen werden im FLASH gespeichert und wirken somit auch nach dem Abschalten der Versorgungsspannung.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0xF7	0x00	0x03	0x20F70002
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0xF7	0x00	0x02	0xA0F70002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.25 Werte für die Skalierung des Analogausgangs, SET_TEACH_VALUE

Werkseinstellung:
Teach value 1: 0.0
Teach value 2: 16368.0

Name: SET_TEACH_VALUE

Beschreibung: Setzt die Teach-Werte.

Parameter:

- Teach value 1, XXXXXXXX --> 0.0 bis 16368.0
- Teach value 2, XXXXXXXX --> 0.0 bis 16368.0

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF9		0x00		0x04		0x20F90004
0xXX		0xXX		0xXX		0xXX		0xXXXXXXXX
0xXX		0xXX		0xXX		0xXX		0xXXXXXXXX

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF9		0x00		0x02		0xA0F90002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Der Teachvorgang setzt ein gültiges Messsignal voraus. Bei „kein Objekt“, „Objekt nicht auswertbar“, „zu nah am Sensor - ausserhalb MBA“ oder „zu weit vom Sensor - ausserhalb MBE“ wird der Teachvorgang abgebrochen.

8.4.26 Werte für die Skalierung des Analogausgangs rücksetzen, RESET_TEACH_VALUE

Name: RESET_TEACH_VALUE

Beschreibung: Setzt die Teach-Werte zurück.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xFA		0x00		0x02		0x20FA0002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xFA		0x00		0x02		0xA0FA0002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.4.27 Datenprotokoll wechseln, SET_CIMODE_1401

Name: SET_CIMODE_1401

Beschreibung: Versetzt den Sensor in das Datenprotokoll des ILD1401.

Die Antwort sendet der Sensor noch mit dem Protokoll des ILD1402, erst nach dem Senden der Antwort schaltet der Sensor das Datenprotokoll um.

Im Datenprotokoll ILD1401 können folgende Parameter geändert werden:

- Digitale/analoge Datenausgabe
- Verhalten im Fehlerfall
- Mittelung

Die anderen Parameter bleiben fest eingestellt:

- Baudrate: 38400
- Messrate: 1000 Hz
- Type of digital output: binary
- Mode of analog/digital output: continuous
- Key status: auto lock
- Mode of save setting: save at each time
- Mode of external input: as teach in
- Teach value 1: 0.00 bzw. geteachter Wert T1 wird beibehalten
- Teach value 2: 16368.00 bzw. geteachter Wert T2 wird beibehalten

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0xF2	0x00	0x02	0x20F20002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0xF2	0x00	0x02	0xA0F20002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.4.28 Datenprotokoll abfragen, GET_CI_MODE

Name: GET_CI_MODE

Beschreibung: Fragt den Status des Command-Interpreters (CI) des Sensors ab.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„-“		„-“		„-“		„R“		0x2D2D2D52

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„-“		„-“		„-“		„1“		0x2D2D2D31
„4“		„C“		„I“		0x3X		0x3443493X

Folgende Möglichkeiten für X:

X = 1, der Kommandointerpreter des Sensors ist im Datenprotokoll ILD1401. Beachte: Sensor verwendet anderes Protokoll!

X = 2, der Kommandointerpreter des Sensors ist im Datenprotokoll ILD1402.

9. Hinweise für den Betrieb

9.1 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Prinzipiell wertet der Sensor den diffusen Anteil der Reflexionen des Laserlichtpunktes aus, siehe Abb. 27.

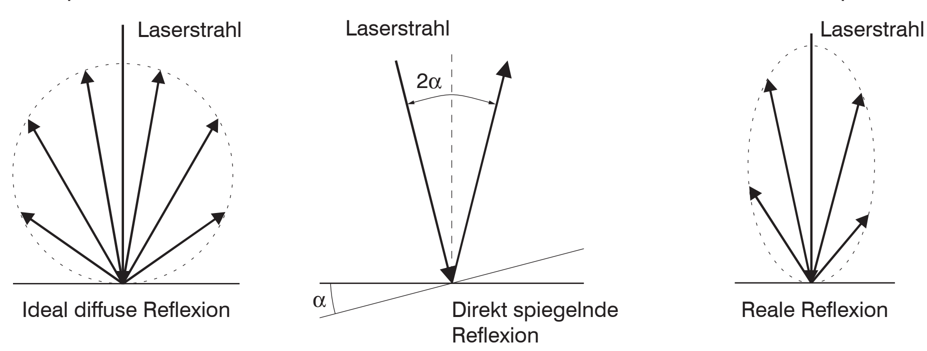


Abb. 27 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Eine Aussage über einen Mindestreflexionsgrad ist nur bedingt möglich, da selbst von spiegelnden Flächen noch geringe diffuse Anteile ausgewertet werden können. Dies geschieht durch Intensitätsbestimmung der diffusen Reflexion aus dem CCD-Signal in Echtzeit und anschließender Ausregelung, siehe Kap. 3.2.
Für dunkle oder glänzende Messobjekte, wie z. B. schwarzer Gummi, kann aber eine längere Belichtungszeit erforderlich sein. Die Belichtungszeit ist an die Messrate gekoppelt und kann nur durch ein Herabsetzen der Messrate des Sensors erhöht werden.

9.2 Fehlereinflüsse

9.2.1 Fremdlicht

Die Sensoren optoNCDT1402 besitzen durch ihr eingebautes optisches Interferenzfilter eine sehr gute Fremdlichtunterdrückung. Bei glänzenden Messobjekten und bei herabgesetzter Messrate kann es jedoch zu Störungen durch Fremdlicht kommen. In diesen Fällen empfiehlt sich das Anbringen von Abschirmungen gegen das Fremdlicht. Das gilt im Besonderen beim Messen in der Nähe von Schweißeinrichtungen.

9.2.2 Farbunterschiede

Farbunterschiede von Messobjekten wirken sich aufgrund der Intensitätsnachregelung auf das Messergebnis nur gering aus. Häufig sind aber diese Farbunterschiede auch mit unterschiedlichen Eindringtiefen des Laserlichtpunktes in das Material verbunden. Unterschiedliche Eindringtiefen wiederum haben scheinbare Veränderungen der Messfleckgröße zur Folge. Deshalb können Farbwechsel, verbunden mit Eindringtiefenveränderungen, zu Messunsicherheiten führen.

9.2.3 Temperatureinflüsse

Bei Inbetriebnahme ist eine Einlaufzeit von mindestens 20 Minuten erforderlich, um eine gleichmäßige Temperaturausbreitung im Sensor zu erreichen.
Wird im μm-Genauigkeitsbereich gemessen, ist auch die Wirkung der Temperaturschwankungen auf die Halterung des Sensors vom Anwender zu beachten.
Schnelle Temperaturänderungen werden durch die dämpfende Wirkung der Wärmekapazität des Sensors nur verzögert erfasst.

9.2.4 Mechanische Schwingungen

Sollen mit dem Sensor Auflösungen im μm- Bereich erreicht werden, ist besonderes Augenmerk auf eine stabile bzw. schwingungsgedämpfte Sensor- und Messobjektmontage zu richten.

9.2.5 Bewegungsunschärfen

Bei schnell bewegten Messobjekten und niedriger Messrate kann es auch zu Bewegungsunschärfen (Verwischen) kommen. Deshalb ist bei schnellen Vorgängen eine hohe Messrate zu wählen, um Fehler zu vermeiden.

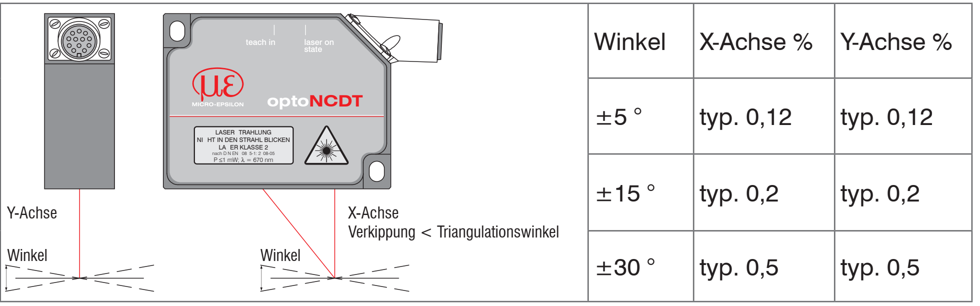
9.2.6 Oberflächenrauhigkeiten

Oberflächenrauhigkeiten in der Größenordnung 5 μm und darüber, führen bei traversierenden Messungen zu einer scheinbaren Abstandsänderung (sog. Oberflächenrauschen). Sie können aber durch die Wahl eines größeren Mittelwertes, siehe Kap. 6.3, gedämpft werden.

9.2.7 Winkeleinflüsse

Verkippungswinkel des Messobjektes sowohl um die X- als auch um die Y-Achse von kleiner 5 ° sind nur bei Oberflächen mit stark direkter Reflexion störend. Verkippungswinkel zwischen 5 ° und 15 ° bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um ca. 0,12 ... 0,2 % des Messbereiches, siehe Abb. 28. Verkippungswinkel zwischen 15 ° und 30 ° bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um ca. 0,5 % des Messbereiches. Diese Einflüsse sind besonders bei der Abtastung profilierter Oberflächen zu beachten. Prinzipiell unterliegt das

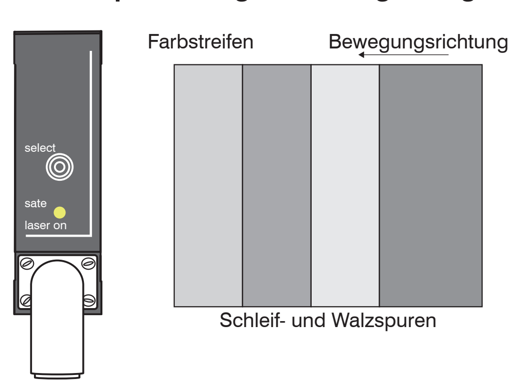
Winkelverhalten bei der Triangulation auch dem Reflexionsvermögen der Messobjektoberfläche.



Winkel	X-Achse %	Y-Achse %
±5 °	typ. 0,12	typ. 0,12
±15 °	typ. 0,2	typ. 0,2
±30 °	typ. 0,5	typ. 0,5

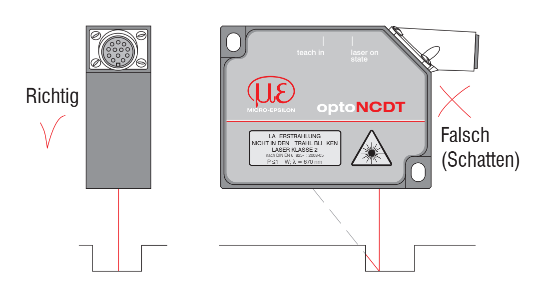
Abb. 28 Messfehler durch Verkippung bei diffuser Reflexion

9.3 Optimierung der Messgenauigkeit



Bei gewalzten oder geschliffenen Metallen, die am Sensor vorbeibewegt werden, ist die Sensorebene in Richtung Walz- bzw. Schleifspuren anzuordnen. Die gleiche Anordnung ist bei Farbstreifen zu wählen, siehe Abb. 29.

Abb. 29 Sensoranordnung für geschliffene oder gestreifte Oberflächen



Bei Bohrungen, Sacklöchern und Kanten in der Oberfläche von bewegten Teilen ist der Sensor so anzuordnen, dass die Kante nicht den Laserpunkt verdeckt, siehe Abb. 30.

Abb. 30 Sensoranordnung bei Bohrungen und Kanten

9.4 Reinigung der Schutzscheiben

In regelmäßigen Abständen ist eine Reinigung der Schutzscheiben zu empfehlen.

Trockenreinigung

Hierfür ist ein Optik-Antistatikpinsel geeignet oder Abblasen der Scheiben mit entfeuchteter, sauberer und ölfreier Druckluft.

Feuchtreinigung

Benutzen Sie zum Reinigen der Schutzscheibe ein sauberes, weiches, fusselfreies Tuch oder Linsenreinigungspapier und reinen Alkohol (Isopropanol).

Verwenden Sie auf keinen Fall handelsübliche Glasreiniger oder andere Reinigungsmittel.

10. Werkseinstellung

- Datenprotokoll ILD1402, Binärformat
- Stromausgang mit Fehlerwert (3,75 mA)
- Messrate : 1,5 kHz
- Schnittstelle: 115,2 kBaud, Binärformat (kein ASCII)
- Gleitender Mittelwert avg =1 (also keine Mittelung)
- Teach value 1: 0.0
- Teach value 2: 16368.0
- Externer Eingang als Teachleitung [1]
- Kontinuierliche Messwertausgabe
- Ausgabe 1. Messwert nach dem Einschalten: 500 ms
- Tastensperre nach 5 Minuten nach Power on [1]
- Einstellungen werden im FLASH gespeichert
- Messbereich:
  - 100 % d.M.: I = 20 mA , digital 16207
  - 0 % d.M.: I = 4 mA, digital 161
- Maximaler Ausgabewert (101 % d.M.):
  20,16 mA / digital 16367
- Minimaler Ausgabewert (-1 % d.M.):
  3,84 mA / digital 0

Sensor auf Werkseinstellung setzen: [2]

➡ Spannungsversorgung zum Sensor ausschalten.

➡ Halten Sie die Taste „Select“ gedrückt.

➡ Spannungsversorgung zum Sensor einschalten.

LED am Sensor leuchtet grün.

➡ Drücken Sie die Taste „Select“ erneut.

LED blinkt 3-mal grün, ca.1 Hz. In dieser Zeit werden die Werksparameter gesetzt. Anschließend bootet der Sensor neu.

1) Nur beim Sensor ILD 1402-x
2) Die Wiederherstellung ist beim ILD 1402-xSC nur über die serielle Schnittstelle möglich.

11. ILD1402 Tool

Programm zur Konfiguration des optoNCDT 1402 und 1-Kanal-Datenerfassung über RS422, RS422/ USB-Konverter oder IF2008-Interfacekarte.

Systemvoraussetzungen:

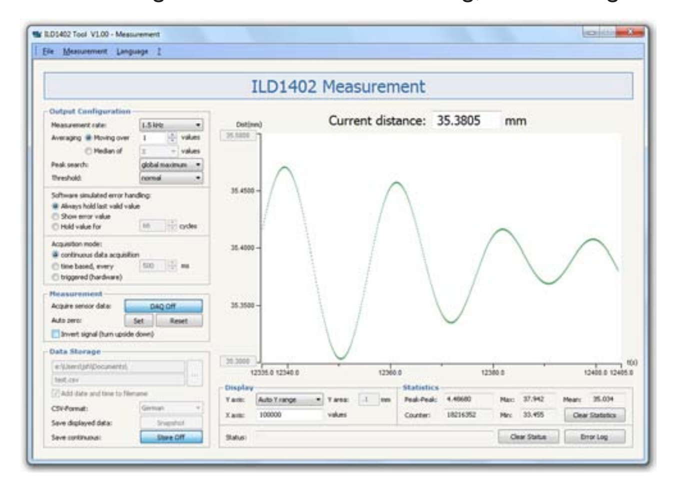
- Windows 2000/Windows XP/Windows Vista/Windows 7
- Pentium III, 256 MB RAM

➡ Installieren Sie das PC-basierte Konfigurationsprogramm ILD1402_Tool.exe von der CD.

➡ Folgen Sie den Hinweisen am Bildschirm.

Die aktuellen Treiber beziehungsweise Programmroutinen finden Sie unter:
www.micro-epsilon.de/link/opto/1402

- Dieser Programmteil dient der Erfassung, Berechnung und Speicherung von Daten eines ILD1402.



i Soll nach Beendigung des ILD1402-Tools der Analogausgang am Sensor verwendet werden, ist dieser vorher hals Ausgangsvariante zu definieren. Vergessen Sie nicht die Einstellungen im Sensor zu speichern.

i Trennen bzw. verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

12. Softwareunterstützung mit MEDAQLib

Mit MEDAQLib steht Ihnen eine dokumentierte Treiber-DLL zur Verfügung. Damit binden Sie optoNCDT-Lasersensoren in Verbindung

- mit dem USB-Umsetzer IF/RS422/USB (optionales Zubehör) und passendem Anschlusskabel PC1402-3/D-SUB/9pol oder
- Anschlusskabel PC1402-3/USB/IND oder
- der PCI-Interfacekarte IF 2008 und Anschlusskabel PC1402-3/IF2008

in eine bestehende oder kundeneigene PC-Software ein.

Um die verschiedenen Sensoren ansprechen zu können, ist kein Wissen über das unterliegende Protokoll des jeweiligen Sensors notwendig. Die einzelnen Kommandos und Parameter für den anzusprechenden Sensor werden über eine abstrakte Funktionen gesetzt, und von der MEDAQLib entsprechend in das Protokoll des Sensors umgesetzt.

MEDAQLib

- enthält eine DLL, die in C, C++, VB, Delphi und viele weitere Programme importiert werden kann,
- nimmt Ihnen die Datenkonvertierung ab,
- funktioniert unabhängig vom verwendeten Schnittstellentyp,
- zeichnet sich durch gleiche Funktionen für die Kommunikation (Befehle) aus,
- bietet ein einheitliches Übertragungsformat für alle Sensoren von MICRO-EPSILON.

Für C/C++-Programmierer ist in MEDAQLib eine zusätzliche Header-Datei und eine Library-Datei integriert.

Die aktuelle Treiberroutine inklusive Dokumentation finden Sie unter:
www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib

13. Haftung für Sachmängel

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet. Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Fehler auftreten, so sind diese umgehend an MICRO-EPSILON oder den Händler zu melden.

Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate ab Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird. Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt. MICRO-EPSILON haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden. Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

14. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor oder des Sensorkabels:

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen in einem Parametersatz, siehe ILD1402 Tool, Menü ?, Help, um nach der Reparatur die Einstellungen wieder in den Sensor laden zu können.
- Senden Sie bitte die betreffenden Teile zur Reparatur oder zum Austausch ein.

Das Öffnen des Gerätes ist nur dem Hersteller vorbehalten. Bei Störungen, deren Ursachen nicht eindeutig erkennbar sind, senden Sie bitte immer das gesamte Messsystem an

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Straße 15
94496 Ortenburg / Deutschland

Tel. +49 (0) 8542 / 168-0
Fax +49 (0) 8542 / 168-90
e-mail info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

15. Außerbetriebnahme, Entsorgung

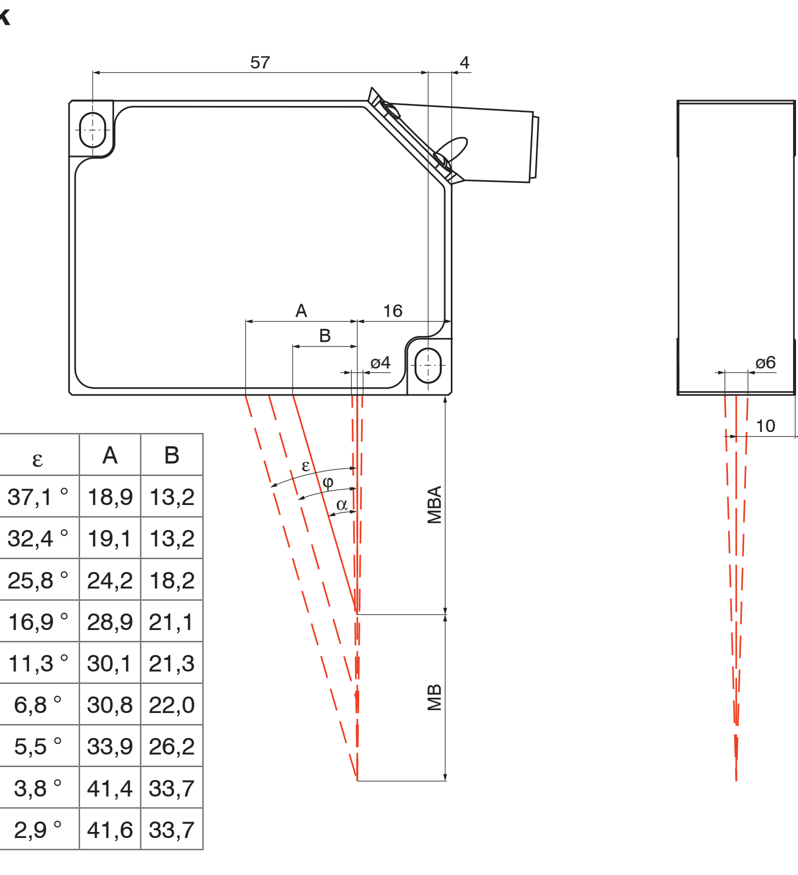
➡ Entfernen Sie das Versorgungs- und Ausgangskabel am Sensor.

Das optoNCDT1402 ist entsprechend der Richtlinie 2011/65/EU, „RoHS“, gefertigt. Die Entsorgung ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durchzuführen (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

16. Freiraum für Optik

16.1 ILD 1402-x

Abmessungen in mm,
nicht maßstabsgetreu

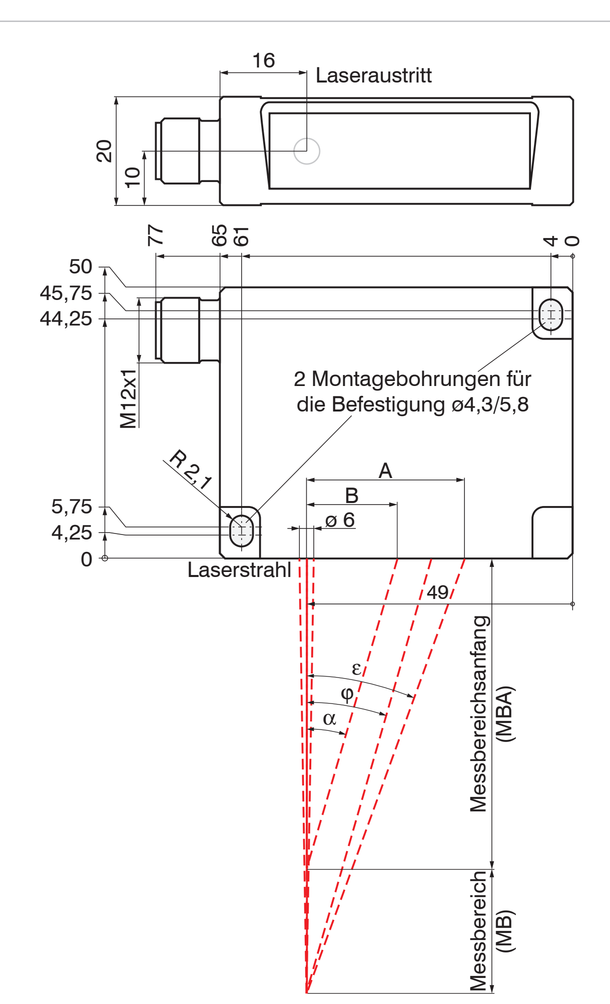


MB	MBA	α	φ	ε	A	B
5	20	33,5 °	35,5 °	37,1 °	18,9	13,2
10	20	33,5 °	32,9 °	32,4 °	19,1	13,2
20	30	31,2 °	27,9 °	25,8 °	24,2	18,2
50	45	25,1 °	19,6 °	16,9 °	28,9	21,1
100	50	23,1 °	14,4 °	11,3 °	30,1	21,3
200	60	20,1 °	9,4 °	6,8 °	30,8	22,0
250VT	100	14,7 °	7,6 °	5,5 °	33,9	26,2
400	200	9,7 °	5,3 °	3,8 °	41,4	33,7
600	200	9,7 °	4,3 °	2,9 °	41,6	33,7

MB = Messbereich
MBA = Messbereichsanfang

16.2 ILD 1402-xSC

Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu



MB	MBA	α	φ	ε	A	B
5	20,0	33,5	35,5	37,1	18,9	13,2
10	20,0	33,5	32,9	32,4	19,1	13,2
20	30,0	31,2	27,9	25,8	24,2	18,2
50	45,0	25,1	19,6	16,9	28,9	21,1
100	50,0	23,1	14,4	11,3	30,1	21,3
200	60,0	20,1	9,4	6,8	30,8	22,0
250	100,0	14,7	7,6	5,5	33,9	26,2
600	200,0	9,7	4,3	3	41,6	33,7

MB = Messbereich
MBA = Messbereichsanfang

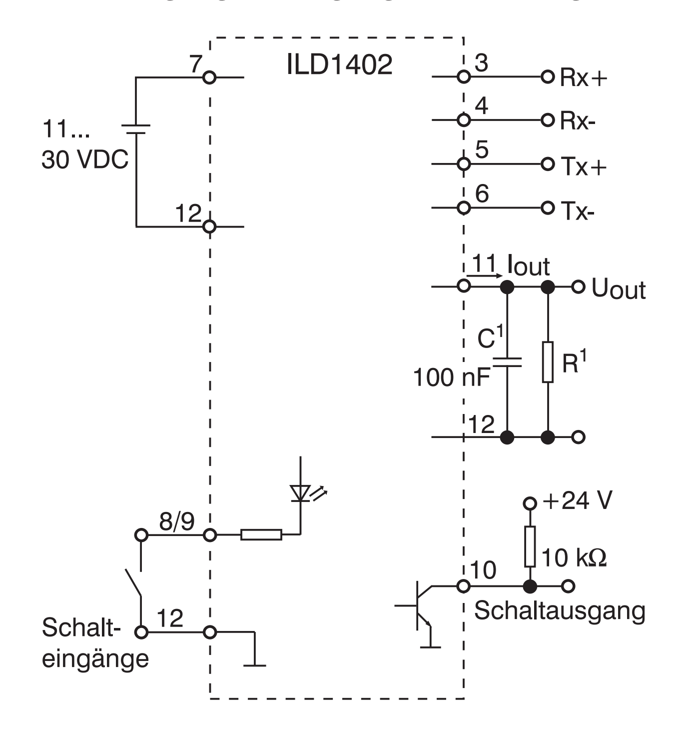
17. Versorgungs- und Ausgangskabel

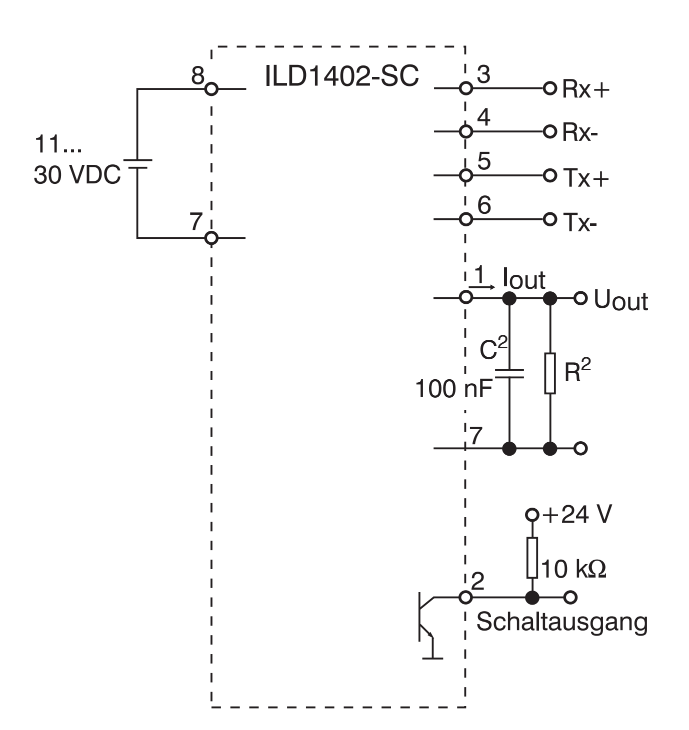
i Alle Kabel sind schleppkettentauglich.

Typ	Kabellänge	Eigenschaften
PC1402- 3/I, PC1402-6/I, PC1402-8/I	3 m 6 m 8 m	Schnittstellen-/Versorgungskabel für Stromausgang, einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen.
PC1402-3/U, PC1402-6/U, PC1402-8/U	3 m 6 m 8 m	Schnittstellen-/Versorgungskabel für Spannungsausgang (Bürde 250 Ohm für U_{Aus} = 1 … 5 V), einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt Litzen mit Aderendhülsen.
PC1402-3/U(01) PC1402-6/U(01)	3 m 6 m	Schnittstellen-/Versorgungskabel für Spannungsausgang (Bürde 500 Ohm für U_{Aus} = 2 … 10 V), sensorseitig 12-poliger Rundstecker, andere Seite offene Enden, schleppkettentauglich
PC1402-3/USB/IND	3 m	Versorgungs- und Ausgangskabel, einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende besitzt einen 9-pol. SUB-D Stecker für einen RS422/USB-Konverter; ein RS422/USB-Konverter ist nicht im Lieferumfang enthalten. Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand trennen bzw. verbinden.
PC1402-3/CSP, PC1402-8/CSP, PC1402-10/CSP	3 m 8 m 10 m	Verbindungskabel mit geraden Steckern an beiden Seiten für ILD1402 zu CSP2008
PC1402-3/IF2008, PC1402-6/IF2008, PC1402-8/IF2008	3 m 6 m 8 m	Verbindungskabel, einseitig ist eine geschirmte 12-pol. M12-Buchse angegossen, das andere Ende einen SUB-D Stecker für die Verbindung zwischen ILD1402 und der IF2008 PCI-Interfacekarte.

PC1401/1402-0,2	0,2 m	Adapterkabel, 12-pol. auf 7-pol.
PC1402SC-3/I PC1402SC-8/I PC1402SC-10/I	3 m 8 m 10 m	Schnittstellen- und Versorgungskabel IP 69K für Sensor Typ ILD1402-xxxSC, Ausgang 4-20 mA; sensorseitig 8-poliger Rundstecker (Kabelbuchse), andere Seite mit offenen Enden, schleppkettentaugliches Kabel, spezielle Verdrahtung
PC1402SC/90-3/I	3 m	Schnittstellen- und Versorgungskabel für Sensor Typ ILD1402-xxxSC, Ausgang 4-20 mA; sensorseitig 8-poliger Rundstecker (Kabelbuchse), 90 °, IP 69K, andere Seite mit offenen Enden, schleppkettentaugliches Kabel, spezielle Verdrahtung
PC1402SC-12/IF2008	12 m	Schnittstellen- und Versorgungskabel für Sensor Typ ILD1402-xxx-SC, mit 8-poligem Rundstecker, Verbindungskabel zur 4-Kanal-PCI-Interfacekarte IF2008, Versorgung durch Interfacekarte

18. Eingangs- /Ausgangsbeschaltung





R = 250 Ω : U_{OUT} 1 ... 5 V bei U_B > 11 V
R = 500 Ω : U_{OUT} 2 ... 10 V bei U_B > 17 V

1) Bauteile im PC 1402-x/U und PC 1402-x/U(01) enthalten; werden für Spannungsausgang benötigt.
2) Externe Beschaltung nötig für Spannungsausgang

i Die Systemmasse (GND) muss mit der Masse (GND) des Endgerätes (USB-Konverter, Pin 5) noch vor Anschluss der Signalleitungen RX /TX verbunden werden.

19. Konverter RS422-USB

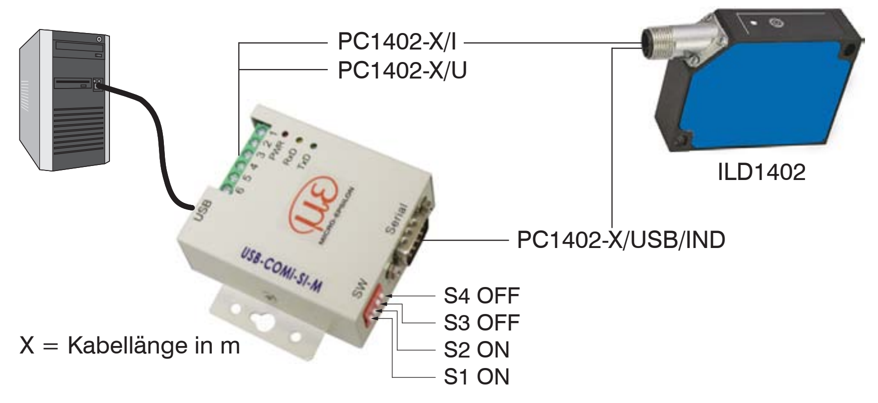


Abb. 31 Prinzipaufbau

Für die Verbindung zwischen Sensor und PC müssen die Leitungen gekreuzt werden.

ILD 1402		Konverter	
Signal	Adernfarbe PC1402-X/I PC1402-X/U	Signal	Pin
RX-	gelb	TX-	1
RX+	grün	TX+	2
TX+	grau	RX+	3
TX-	rosa	RX-	4
GND (Pin 12)	blau	Masse	5

Abb. 32 Pin-Belegung und Verdrahtung

i Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.



MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15 · 94496 Ortenburg / Deutschland
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 · Fax +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de

X9750202-A151044GBR

